

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTE DES SCIENCES DE CAEN

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR D'UNIVERSITÉ DE CAEN

(Mention Sciences)

PAR

M^{ME} MAURIN

INGÉNIEUR CHIMISTE

1^{re} Thèse

LA DIFFÉRENCIATION DES MATIÈRES GRASSES DES LAITS DE VACHE,
DE CHÈVRE ET DE BREBIS, EN VUE DE RECONNAITRE LES MÉLANGES
DES LAITS DE CES DIVERSES ORIGINES SOIT DANS LE LAIT LUI-MÊME,
SOIT DANS LES FROMAGES

2^{me} Thèse

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Soutenues le

1939, devant la Commission d'Examen

MM. CHAUVENET....	} <i>Président.</i>	
AUDIGÉ.....		
BOUYGUES.....		} <i>Examineurs.</i>
WARCOLLIER...		

IMPRIMERIE ROUDIÈRE

31, RUE COURTEJAIRE - CARCASSONNE

1939

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTE DES SCIENCES DE CAEN

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR D'UNIVERSITÉ DE CAEN

(Mention Sciences)

PAR

M^{ME} MAURIN

INGÉNIEUR CHIMISTE

1^{re} Thèse

LA DIFFÉRENCIATION DES MATIÈRES GRASSES DES LAITS DE VACHE,
DE CHÈVRE ET DE BREBIS, EN VUE DE RECONNAITRE LES MÉLANGES
DES LAITS DE CES DIVERSES ORIGINES SOIT DANS LE LAIT LUI-MÊME,
SOIT DANS LES FROMAGES

2^{me} Thèse

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Soutenues le

1939, devant la Commission d'Examen

MM. CHAUVENET....	} <i>Président.</i>
AUDIGÉ.....	
BOUYGUES.....	
WARCOLLIER...	

Examineurs.

IMPRIMERIE ROUDIÈRE

31, RUE COURTEJAIRE - CARCASSONNE

1939

Faculté des Sciences de l'Université de Caen

MM.

Doyen BLANC, Professeur.

Assesseur..... ZORETTI, Professeur.

Doyen Honoraire... .. BIGOT, Correspondant de l'Institut.

Professeur Honoraire .. MAURAIN, Doyen de la Faculté des Sciences
de Paris.

Professeurs	{	ZORETTI, Mécanique générale.
		BLANC, Physique et Minéralogie.
		MERCIER, Zoologie et physiologie animale.
		CHAUVENET, Chimie générale.
		JANET, Calcul différentiel et intégral.
		MOREAU, Botanique.
		DANGEARD, Géologie et paléontologie.
Maîtres de Conférences {	{	AUDIGÉ, Zoologie.
		BOUYGUES, Botanique.

Maîtres de Conférences {	{	LE ROUX, Physique.
		M ^{me} DEMASSIEUX, Chimie.

Secrétaire..... ROUX.

*La Faculté n'entend donner aucune approbation ou improbation
aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être
considérées comme propres à leurs auteurs.*

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR CHAUVENET

Professeur de Chimie Générale

Directeur de l'Institut de Chimie de Caen

Hommage de profonde reconnaissance.

A MONSIEUR BLANC

Doyen de la Faculté des Sciences

A MON JURY DE THÈSE :

MONSIEUR AUDIGÉ

Professeur de Zoologie



MONSIEUR BOUYGUES

Professeur de Botanique

MONSIEUR WARCOLLIER

Directeur de la Station Pomologique

A MES PARENTS

A MON MARI

En témoignage du concours efficace
qu'il m'a apporté dans ce travail.

A MON FILS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546420_0042

LA DIFFÉRENCIATION DES MATIÈRES GRASSES DES
LAITS DE VACHE, DE CHÈVRE ET DE BREBIS, EN VUE
DE RECONNAÎTRE LES MÉLANGES DES LAITS DE CES
DIVERSES ORIGINES, SOIT DANS LE LAIT LUI-MÊME,
SOIT DANS LES FROMAGES.

INTRODUCTION

Le point de départ de l'étude que je vais exposer dans cette thèse réside dans le fait que j'ai eu l'occasion, durant 13 ans, d'effectuer de nombreuses analyses de laits et de fromages.

Sur les indications de M. BONIS, Directeur du Laboratoire Central de la répression des fraudes, à Paris, j'ai été amenée par des recherches comparatives, à étudier les laits et les fromages de brebis et de chèvre en vue de déceler leur fraude par le lait de vache.

A ma connaissance, peu de recherches ont été poursuivies dans ce sens. Cela doit provenir du fait qu'il est toujours difficile pour un chercheur de se procurer à la fois des laits de vache, de brebis et de chèvre ; de plus, les propriétaires des troupeaux se montrent généralement méfiant lorsqu'il s'agit de prélever à l'étable, et en présence d'un chimiste, le lait de leurs bêtes.

En ce qui me concerne, j'ai pu me procurer des laits de vache authentiques. Les laits de brebis dont il est fait mention au cours de ce travail proviennent :

1° d'un troupeau de brebis d'Andorre ; leurs prélèvements ont tous été faits en ma présence ;

2^o d'un troupeau de brebis corses de la commune de Sarrola-Carcopino, dans l'arrondissement d'Ajaccio. Ces derniers échantillons ont été prélevés en partie par moi-même, lors d'un séjour en Corse; d'autres m'ont été expédiés bichromatés par la suite.

Les laits et fromages de chèvre proviennent pour la plupart de cette même région Corse où la fraude par le lait de vache a peu de chances de se pratiquer du fait de la rareté des bovidés dans ces montagnes. Ces produits présentent toute garantie d'authenticité et de pureté.

Pour la fabrication des fromages de chèvre au Laboratoire, j'ai dû, pour être certaine de leur pureté, acheter une chèvre de race alpine. C'est à ce lait que j'ai adjoint du lait de vache pour obtenir des produits falsifiés.

Ce sont les résultats de toutes ces expériences que je vais maintenant exposer, en exprimant le regret que les circonstances ne m'aient pas permis de pousser les recherches aussi loin qu'il l'aurait fallu pour élucider entièrement la question.

Avant d'aborder l'exposé de mes recherches, que mon Maître, Monsieur le Professeur CHAUVENET, qui m'a permis de poursuivre ces travaux dans mon Laboratoire, à Carcassonne, veuille bien trouver ici l'expression de mes sentiments de respectueuse gratitude pour l'intérêt qu'il a porté à mes recherches. Je lui exprime toute ma reconnaissance, car je n'oublie pas que c'est grâce aux excellents cours que j'ai suivis dans l'Institut qu'il dirige, que je dois ma formation scientifique.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES LAITS

CHAPITRE PREMIER

JURIDICTION

L'article 11 du 1^{er} Août 1905, a prévu que les règlements d'Administration publique statueraient sur les mesures à prendre pour assurer son exécution en ce qui concerne les denrées, boissons, produits agricoles. Le lait et les produits qui en dérivent ont été les derniers à être réglementés.

Voici le décret concernant le lait :

Décret du 25 mars 1924. — Titre I. — Lait.
— Article 1. — La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache.

Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination *lait* suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : « lait de chèvre », « lait de brebis », etc...

Avant la mise en application de ce décret, le Ministère Public, quand un lait défectueux lui était signalé, devait prouver la mauvaise foi du vendeur. Le décret que je viens de citer a modifié la situation, puisqu'il spécifie les opérations interdites et les conditions dans lesquelles le lait doit être présenté au consommateur. En outre, dans les régions productrices de lait de chèvre, certaines administrations municipales ont pris des mesures complémentaires à cet effet.

C'est ainsi, par exemple, que le Maire d'Alger a pris un Arrêté détaillé concernant la réglementation de la vente du lait, dont j'extrais l'article premier :

« Le mélange du lait de chèvre au lait de vache est formellement interdit ».

.....

La dénomination « *Lait* » étant réservée au *lait de vache*, toute personne qui mélange à celui-ci, sans le mentionner, le lait d'un autre animal est en défaut.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES LAITS DE VACHE, DE BREBIS ET DE CHÈVRE

L'adjonction du lait de vache aux laits de chèvre et de brebis, est une fraude qui se pratique du fait que le lait de vache est d'un prix généralement inférieur à ceux des laits provenant des deux autres animaux.

Je vais étudier successivement ces trois produits et chercher s'il n'existe pas des constantes se montrant suffisamment différentes les unes des autres tout en ne subissant pas de trop grandes variations pour déceler analytiquement cette fraude.

De Février 1938 à Mars 1939, j'ai analysé dans ce but :

14 laits de vache;

21 laits de brebis;

18 laits de chèvre

selon les techniques décrites plus loin.

I. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES LAITS

En 1908, le premier Congrès international pour la répression des Fraudes, à Genève, a donné du lait pur, la définition suivante :

« Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. La

dénomination de lait tout court ne s'applique qu'au lait de vache ».

Bien que je n'attache qu'une faible importance aux caractères organoleptiques des laits frais en général, je dois cependant mentionner que le lait de vache possède une couleur blanc jaunâtre d'autant plus accentuée que la matière grasse est plus élevée, alors que les laits de brebis et de chèvre sont d'un blanc pur.

L'odeur « sui generis » des laits de vache et de brebis est très faible; celle du lait de chèvre, au contraire, est caractéristique et fait penser aux acides caprylique et caprique.

La saveur du lait de chaque animal est particulière, mais elle est plus marquée dans le lait provenant de la chèvre.

Ces trois produits ont une réaction légèrement acide à l'émission.

Les principaux éléments contenus dans les laits sont les suivants :

- Eau, en grande partie.
- Matière grasse ou beurre.
- Matière azotée ou caséine.
- Lactose ou sucre de lait.
- Sels minéraux.

J'ai effectué ces dosages sur 53 échantillons différents.

II. - TECHNIQUES ANALYTIQUES

Densité

Après parfaite homogénéisation du lait, j'ai pris les densités avec le Lactodensimètre de Quévenne et je les ai ramenées à 15°.

Dosage de l'extrait sec

On verse 10 centimètres cubes de lait dans une capsule de nickel cylindrique, à fond plat, de 70 millimètres de diamètre, on porte la capsule au Bain-marie, puis, après évaporation, sept heures à l'étuve à 95°.

Dosage de la matière grasse

Il a été utilisé le Galactotimètre d'Adam, d'un emploi facile et qui s'est montré pratique pour un travail en série.

Pour cela, on opère sur 10 centimètres cubes de lait auxquels on ajoute jusqu'au trait jaugeant 32 cmc la liqueur éthéro-alcoolique suivante:

Alcool à 90°	333 cmc.
Eau distillée	55 cmc.
Ammoniaque à 22°	12 cmc.
Ether à 65°	440 cmc.

L'appareil bouché est retourné plusieurs fois sur lui-même pour mélanger le lait et le réactif de manière à obtenir un liquide limpide. Après 20 minutes de repos deux couches se séparent: celle du dessous contient tous les éléments du lait, sauf le beurre (ce dernier étant contenu dans la couche supérieure).

On soutire le liquide aqueux qui est recueilli dans un ballon jaugé de 100 cmc. Puis on purifie la couche éthérée en faisant couler, le long des parois, de l'eau distillée jusqu'au trait 32 cmc. Après quelque temps de repos, il faut soutirer à nouveau et recueillir le liquide aqueux dans le ballon jaugé. On procède à un deuxième lavage; finalement, on recueille la solution éthérée dans un petit cristalliseur taré. On rince le galactotimètre avec quelques

centimètres cubes d'éther qui sont joints à la solution contenue dans le cristalliseur. Il faut évaporer l'éther d'abord à l'air libre et ensuite, porter la matière grasse à l'étuve à 100° pendant 4 heures.

Dosage de la Caséine

Il a été effectué sur les liquides aqueux recueillis précédemment selon le procédé d'Adam, c'est-à-dire en précipitant la caséine avec de l'acide acétique à 15 %. On complète le volume à 100 cmc., puis on jète le précipité sur filtres sans cendres préalablement tarés. On lave et dessèche à 100°.

Dosage du Lactose

J'ai employé le procédé par réduction en versant la solution sucrée provenant de l'opération précédente à l'aide d'une burette, dans 10 cmc. de Liqueur de Fehling titrée, jusqu'à complète décoloration.

Dosage des sels minéraux

On obtient les sels minéraux par incinération de l'extrait sec par chauffage modéré au moufle.

Dosage des Chlorures

J'ai utilisé la technique indiquée par MM. Masot et Lestrat (1).

Méthode de Laudat

A 10 cmc. de lait, ajouter dans l'ordre : 5 cmc. de solution N/10 de NO^3Ag , 20 cmc. de solution saturée de Permanganate de Potasse. Porter à l'ébullition en agitant.

Au liquide chaud, ajouter 40 cmc. d'acide nitrique pur. Porter de nouveau à l'ébullition et maintenir celle-ci jusqu'à l'obtention d'un liquide clair.

Il est important d'introduire la liqueur argentique *avant* l'addition du Permanganate, l'oxydation pouvant entraîner des pertes de Chlore gazeux s'il n'y a pas d'argent pour fixer cet halogène.

De plus, l'attaque des matières albuminoïdes est plus rapide si on laisse agir d'abord le permanganate sans acide nitrique, ce dernier coagulant les albuminoïdes et rendant de ce fait leur attaque par les oxydants beaucoup plus difficile. Enfin, le virage sera très net si on opère l'addition de sulfocyanate sur les liqueurs refroidies, le chlorure d'argent étant d'autre part coagulé par l'ébullition.

J'ai employé cette méthode de préférence à celle de Denigès modifiée ou à celle à l'alcool acétone indiquées dans le même article, car j'emploie couramment la méthode de Laudat (2) dans mon Laboratoire pour le dosage des Chlorures dans le sérum sanguin.

.....

Les tableaux qui suivent groupent les résultats des 53 analyses de laits effectuées.

LAITS DE VACHES, D'ORIGINES DIVERSES

Numéro	RACE	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
1	Suisse	1032	131 9	41 6	90 3	49 9	32 7	7	1 65
2	Hollandaise .	1031	119	32 5	86 5	44 4	33 4	6 9	1 77
3	Hollandaise .	1031	130 3	38 3	92	50 6	33	7	1 79
4	Suisse	1033	132 1	40	92 1	49 8	34 5	7 8	1 60
5	Hollandaise .	1032	130	38 7	91 3	49 2	32 2	6 9	1 80
6	Hollandaise .	1031	124 1	35 5	88 6	50	31 2	6 5	1 69
7	Suisse	1033	139 5	44 3	91 6	50 2	33 5	7 9	1 63
8	Hollandaise .	1030	120 1	37	83 1	47 6	30 5	6 5	1 78
9	Suisse	1032	128	35	93	47 9	37 9	7 2	1 62
10	Normande...	1030	129 2	40	89 2	44 9	38 2	6 1	1 59
11	Hollandaise .	1029	124	35	89	47 7	33 5	6 7	1 77
12	Suisse	1033	141 5	45 5	96	50 5	37 4	7 9	1 30
13	Suisse	1033	138 8	44	94 8	50 6	36 9	7 3	1 59
14	Normande ..	1031	130 3	41	89 3	45 2	37	7 1	1 60

LAITS DE BREBIS ANDORRANES

Numéro	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
1	1036	191 81	72 85	118 96	45 56	63 89	9 50	1 59
2	1035	183 27	67 10	116 17	46 15	59 82	9 10	1 67
3	1036	177 86	61 40	116 46	44 12	61 30	9 84	1 61
6	1035	208 84	81 05	127 79	45 80	71 30	9 80	1 49
7	1035	202 46	85 46	117	44 16	62 80	9 20	1 68
8	1035	201 08	79 32	121 76	42 18	71 20	9 10	1 53
14	1035	187 53	61 40	126 13	47 02	69 02	9 04	1 53
15	1035	180 08	67 83	112 25	45 40	57 09	9 66	1 52
16	1036	223 20	81 02	142 18	44 30	87 96	8 96	1 50
17	1035	206 16	72 80	133 36	46 20	77 77	10 38	1 49
20	1036	177 17	58 04	119 13	45 90	62 86	9 20	1 51

LAITS DE BREBIS CORSES

Numero	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
4	1034	238 42	110 33	128 09	45 13	72 80	9 99	1 58
5	1035	227 31	103 50	123 81	42 40	81 20	10 20	1 50
9	1034	235 30	100 16	135 14	46 15	76 80	8 89	1 53
10	1034	211 50	97 15	114 35	43 85	69 60	9 97	1 60
11	1034	207 04	94 80	112 24	44 13	58 80	9 02	1 62
12	1034	223 31	101 11	122 20	42 15	72 30	10 05	1 68
13	1034	242 46	112 16	130 30	45 20	75 80	10 25	1 67
18	1034	237 65	97 80	139 85	48 20	81 01	9 87	1 69
19	1034	216 47	99 02	117 45	46 40	59 92	10 10	1 60
21	1035	219 12	79 16	139 96	46 85	83 66	9 17	1 68

LAITS DE CHÈVRES ALPINES

Numéro	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
3	1030	141 12	37 80	103 32	49 80	48 62	3 80	1 80
7	1030	114 12	20 31	93 81	40 50	46 15	5 06	1 75
12	1030	114 10	28 80	85 30	41 80	39 15	4 87	—
15	1030	113 20	29 30	83 90	41 50	37 13	4 30	—

LAITS DE CHÈVRES CORSES

Numéro	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
1	1029	145 47	57 40	88 07	41 87	41 30	4 90	1 79
2	1029	148 80	59 60	89 20	44 40	40 02	5 85	1 77
4	1029	146 05	61 80	84 25	42 30	39 15	3 90	1 77
5	1029	143 40	59 95	83 45	41 10	37 13	4 25	1 77
6	1029	148 28	58 85	89 43	42 20	41 40	5 03	1 80
8	1029	137 10	46 40	90 70	43 40	43 02	5 80	1 78
9	1029	143 10	51 82	91 28	44 10	40 50	5 76	»
10	1029	141 10	49 40	91 70	43 40	44 13	3 95	»
11	1029	138 80	48 96	89 84	43 80	42 04	5 02	»
13	1029	139 20	48 22	90 98	48 20	38 60	5 30	»
14	1029	145	49 25	95 75	43 15	45 15	6 48	»
16	1029	143 10	55 20	87 90	44 20	39 15	4 20	»
17	1029	155 15	60 04	95 11	45 15	46 40	5 15	»
18	1029	140 75	50 20	90 55	44 70	42 12	4 02	»

COMPOSITION MOYENNE DES LAITS DES 3 ANIMAUX

RACE	Densité à 15°	Extrait à 100°	Matière grasse	Extrait Dégraissé	Lactose hydrate	Caséine	Cendres	Chlorures
Vache	1031	129 60	39 10	90 50	48 40	34 40	7 00	1 65
Brebis	1035	209 40	85 00	124 40	44 10	70 20	9 60	1 58
Chèvre	1029	138 70	48 50	90 20	43 50	41 20	4 80	1 78

III. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

COMPARAISON DU LAIT DE VACHE

AVEC LE LAIT DE BREBIS

Densité

Elle est plus grande dans le lait de brebis que dans le lait de vache: 1035 pour 1031.

Extrait à 100°

Il est nettement plus élevé dans le lait de brebis que dans celui de la vache : 209,4 pour 129,60.

Matière grasse

Elle subit de très grandes variations, mais elle est toujours très élevée chez la brebis: 85 pour 39,10.

Il est à noter que la brebis corse échantillon 4 donne une matière grasse de 110 gr. 33 p. 1.000.

Extrait Dégraissé

Il suit la même variation: 124,40 pour 90,50.

Lactose hydraté

C'est le seul élément essentiel qui présente une diminution par rapport à l'élément correspondant

de la vache : 44,1 dans le lait de brebis pour 48,4 dans le lait de vache.

Caséine

Elle est très élevée dans le lait de brebis : 70,2 pour 34,4.

Cendres

Les sels minéraux sont un peu plus élevés dans le lait de brebis : 9,6 pour 7.

Chlorures

Peu de différence.

De cette comparaison, il découle que les plus grandes différences résident dans les éléments beurre et caséine. D'ailleurs, cette constatation a déjà été faite pratiquement, puisque la caséine du lait de brebis est utilisée couramment en caséinerie. En définitive, les taux de beurre et de caséine nous donnent déjà une première indication quant à la recherche ultérieure de la falsification.

ESSAIS D'APPLICATIONS A LA RECHERCHE DU LAIT DE VACHE DANS LE LAIT DE BREBIS

Pour les essais, j'ai mélangé dans les proportions de 25 %, 50 %, et 75 % :

a) du lait d'une brebis andorrane (échantillon 6) avec du lait de vache (échantillon 5).

b) du lait d'une brebis corse (échantillon 9), avec du lait de vache (échantillon 7).

c) du lait d'une brebis corse (échantillon 21), avec du lait de vache (échantillon 14).

Le tableau suivant consigne les résultats obtenus :

MÉLANGE DE LAITS DE BREBIS AVEC DU LAIT DE VACHE

PROPORTIONS	Extrait sec	Beurre	Extrait Dégraissé	Caséine
Lait de vache pur (échantillon 5) ...	130	38 70	91 30	32 20
Lait de brebis pur (échantillon 6) ..	208 84	81 05	127 79	71 30
Mélange à 25 % de lait de vache...	189	70 30	118 70	60 26
Mélange à 50 % de lait de vache...	169 60	59 24	110 36	49 89
Mélange à 75 % de lait de vache...	148 70	49 40	99 30	40 85
Lait de vache pur (échantillon 7) ..	135 90	44 30	91 60	33 50
Lait de brebis pur (échantillon 9) ..	235 30	100 16	135 14	76 80
Mélange à 25 % de lait de vache...	210 35	86 10	124 25	65
Mélange à 50 % de lait de vache ..	184 98	71 65	113 33	54 15
Mélange à 75 % de lait de vache...	160 56	58 10	102 46	43 58
Lait de vache pur (échantillon 14) .	130 30	41	89 30	37
Lait de brebis pur (échantillon 21) .	219 12	79 16	139 96	83 66
Mélange à 25 % de lait de vache...	196 70	69 44	127 26	71 28
Mélange à 50 % de lait de vache...	174 2	59 87	114 75	60 14
Mélange à 75 % de lait de vache...	152 41	49 50	102 91	47 60

En conclusion des analyses effectuées sur ces mélanges, le fait saillant qu'il convient de faire ressortir est la diminution des éléments suivants:

Extrait sec,

Beurre,

Extrait dégraissé,

Caséine,

par rapport à l'échantillon de comparaison.

Le résultat analytique des diverses manipulations frauduleuses se traduit en définitive par une dimi-

nution de la somme des éléments *beurre* + *caséine*,
comme l'expriment les chiffres suivants:

Essai a)

BEURRE + CASÉINE :

70 gr. 90 Lait de vache pur.

152,35 Lait de brebis pur.

130,56 Mélange 25 % lait de vache.

109,13 Mélange 50 % lait de vache.

90,25 Mélange 75 % lait de vache.

Essai b)

BEURRE + CASÉINE :

77,8 Lait de vache pur.

176,96 Lait de brebis pur.

151,10 Mélange à 25 % lait de vache.

125,80 Mélange à 50 % lait de vache.

101,68 Mélange à 75 % lait de vache.

Essai c)

BEURRE + CASÉINE :

78 Lait de vache pur.

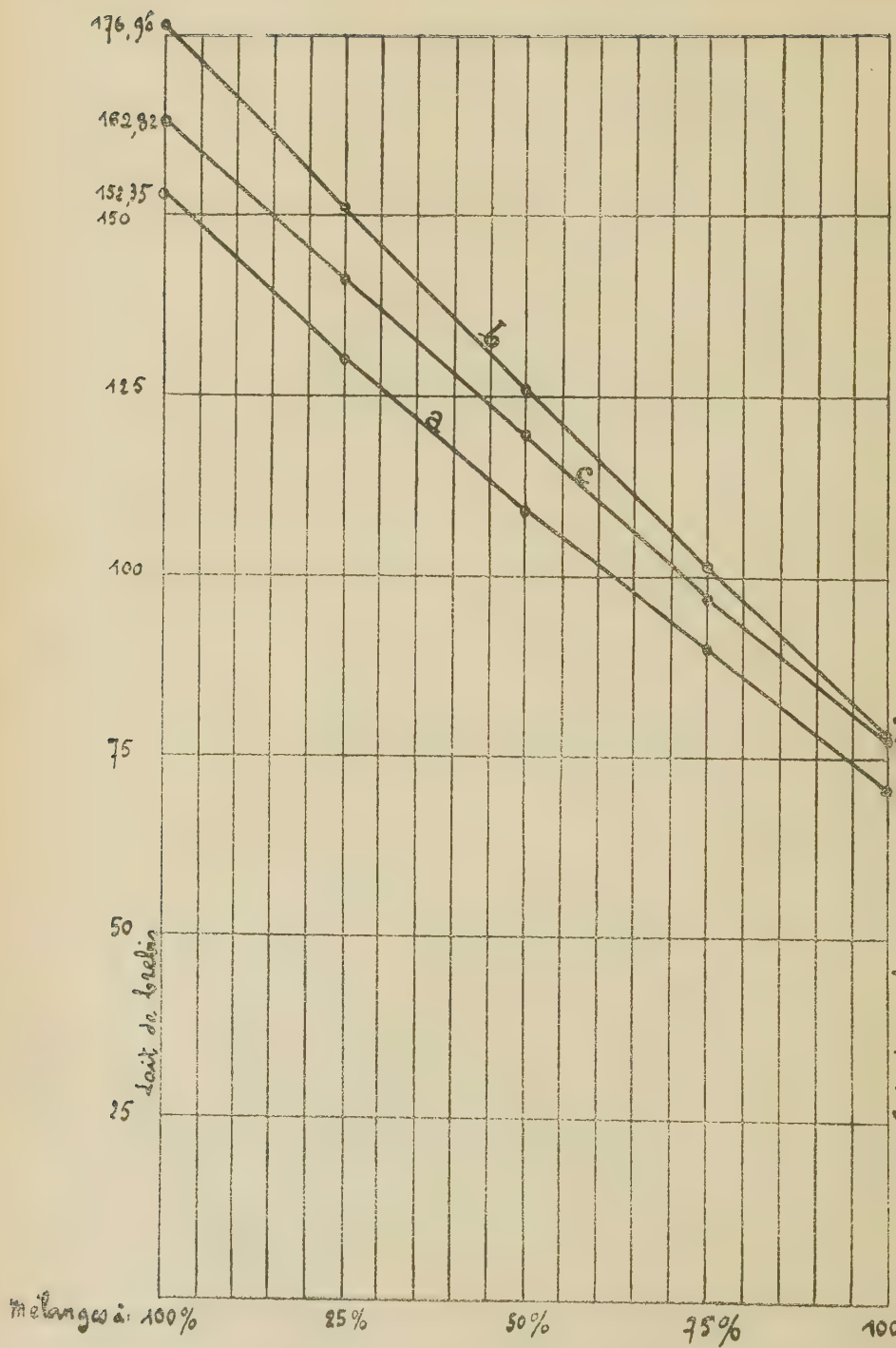
162,82 Lait de brebis pur.

140,72 Mélange 25 % lait de vache.

120,01 Mélange 50 % lait de vache.

97,10 Mélange 75 % lait de vache.

Ces résultats peuvent s'exprimer graphiquement
par les courbes suivantes :



COMPARAISON DU LAIT DE VACHE AVEC LE LAIT DE CHÈVRE

Si l'on rapproche les éléments respectifs des deux laits, on s'aperçoit que peu d'entre eux s'en écartent notablement.

Les chiffres concernant l'extrait à 100°, la matière grasse, la caséine et les chlorures sont légèrement supérieurs dans le lait de chèvre.

Le nombre exprimant l'extrait dégraissé est le même dans les deux laits. La densité, le lactose et les cendres sont inférieurs dans le lait de chèvre.

Toutefois, les écarts sont trop faibles pour permettre la différenciation par la comparaison de ces éléments.

Je me réserve de démontrer par la suite que l'examen du beurre de chèvre est tout à fait différent de celui qui est extrait dans le lait de vache.

CHAPITRE III

DÉTERMINATIONS ET RECHERCHES
COMPLÉMENTAIRES
DANS LES DIFFÉRENTS LAITS

CONSTANTE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE

Il m'a paru intéressant de connaître quels sont les chiffres exprimant la constante Moléculaire simplifiée dans les laits de brebis et de chèvre.

Depuis quelques années, la détermination de cette constante est effectuée dans les laboratoires officiels, concurremment aux autres déterminations pour la recherche du mouillage dans le lait de vache.

La caractérisation de cette pratique illicite par une constante de concentration moléculaire simplifiée a été étudiée en 1914 par MM. Mathieu et Ferré (3). D'après ces auteurs, « on peut considérer la concentration moléculaire du lait comme une somme relativement constante de trois facteurs : molécules de lactose, molécules de chlorures, molécules des autres cristalloïdes, ce dernier facteur représentant beaucoup moins de variations que chacun des deux premiers, la somme de ceux-ci oscille entre des limites assez restreintes; par suite, dans un lait normal, la concentration moléculaire lactose + chlorures, ne doit présenter que de faibles écarts; appelons le chiffre la mesurant *constante de concentration moléculaire simplifiée* ».

Il est facile de calculer cette C. M. S., connaissant la dose de Chlorures et le chiffre exprimant le lactose hydraté. On exprime cette constante non pas en nombre de molécules, mais par la somme

du poids de lactose hydraté et de l'équivalent isotonique en lactose des Chlorures, cet équivalent étant le produit du poids des Chlorures exprimés en $\text{NaCl} \times 11,9$

D'où C.M.S. apparente : $L + (C \times 11,9)$

L étant le Lactose

C étant les Chlorures.

Dans leur démonstration, les auteurs ajoutent :
: ... Ainsi calculée, la C.M.S. est inexacte, car l'isotonie de la solution est une propriété de la partie du lait contenant les cristalloïdes en solution, dont le volume est égal au volume du lait moins les insolubles en suspension, matière grasse, caséine et phosphate de chaux. Si on séparait tous ces corps non dissous, il resterait un sérum dont le volume correspond à peu près au volume du lait, moins la caséine et la matière grasse, le volume de Phosphate de Chaux étant négligeable. Considérant que 0,94 et 1,35 sont les densités du gras et de la caséine, la correction est donnée par la formule :

$$L + 11,9 \text{ Cl} \times \frac{1000}{1000 - \left(\frac{B}{0,941} + \frac{C}{1,35} \right)}$$

L = Lactose.

Cl = Chlorures.

B = Beurre.

C = Caséine.

J'ai donc recherché la constante moléculaire simplifiée des laits individuels qui ont été étudiés précédemment.

J'ai obtenu en moyenne les C. M. S. réelles suivantes :

Lait de vache	71.
Lait de brebis	73,5.
Lait de chèvre	70.

Comme on le voit, les C.M.S. des laits de brebis et de chèvre sont relativement voisines de la C.M.S. du lait de vache.

Je ne pense pas que cette détermination puisse donner une indication intéressante quant à la fraude qui nous intéresse. Toutefois, il serait intéressant de connaître les C.M.S. des laits de brebis et de chèvre *par régions* pour en déterminer une moyenne plus précise.

DOSAGE DE L'ACIDE CITRIQUE

Le dosage de l'acide citrique est rarement effectué dans les examens de laits. C'est la raison pour laquelle j'ai cru bon d'en effectuer quelques-uns pour me permettre de vérifier si les chiffres obtenus ne présenteraient pas des différences sensibles.

La technique que j'ai employée est celle de M. Desmoulière (4).

200 cmc. de lait sont additionnés de 100 cmc. d'acide acétique à 2 %. Le mélange est porté à l'ébullition pendant quelques instants au réfrigérant ascendant et filtré après refroidissement. 150 cmc. de ce liquide clair correspondant à 100 cmc. de lait, sont évaporés au bain-marie. L'extrait pâteux une fois obtenu, est additionné de 2 à 3 gr. de silice et on agite jusqu'à complète dessiccation. Après refroidissement, on ajoute 3 cmc. d'acide sulfurique dilué et on laisse en contact 2 à 3 heures en triturant de temps en temps. Le produit pulvérulent est épuisé par l'éther pur saturé d'eau (environ 1 litre d'éther).

L'éther est évaporé rapidement à basse température, le résidu repris par l'eau et les solutions aqueuses complétées à un volume déterminé.

Cette solution renferme en plus de l'acide citrique de l'acide acétique et de l'acide phosphorique.

Sur une partie de la solution on dose l'acidité totale, puis l'acide phosphorique.

La deuxième partie est employée au dosage de l'acidité volatile.

En retranchant de l'acidité totale celle provenant des acides acétique et phosphorique, on obtient l'acidité due à l'acide citrique.

Par suite de la complexité de la méthode et de la grande quantité d'éther qu'elle nécessite, je n'ai pu effectuer que 7 dosages d'acide citrique dont les résultats sont mentionnés ci-après :

RACES	Numéro	Acide citrique o/oo	Moyenne
Vache suisse.....	12	1 gr. 86	1 gr. 92
Vache normande.....	14	1 gr. 98	
Brebis andorrane.....	20	0 gr. 94	0 gr. 98
Brebis corse.....	21	1 gr. 02	
Chèvre corse.....	14	2 gr. 01	2 gr. 00
Chèvre alpine.....	15	1 gr. 83	
Chèvre corse.....	17	2 gr. 17	

Les résultats obtenus permettent de constater que les taux d'acide citrique dans les laits de vache et de chèvre sont sensiblement les mêmes, alors que dans les laits de brebis, la différence est sensible surtout si l'on considère une brebis d'Andorre.

Le minimum trouvé dans le lait de brebis est de 0 gr. 94 alors qu'il est de 1 gr. 86 dans le lait de vache.

Les essais ne sont pas assez nombreux pour me permettre de tirer des conclusions définitives. Il

semble néanmoins qu'il serait intéressant de les étendre à un grand nombre d'échantillons afin de déterminer très exactement les limites entre lesquelles oscille cette détermination. Peut-être serait-ce là un point de repère supplémentaire dans la différenciation des laits de vache et de brebis.

LES DIASTASES

L'étude chimique des laits ne donnant pas des résultats rapides pour mettre en évidence l'adjonction du lait de vache aux laits de brebis et de chèvre, j'ai poussé les recherches dans le domaine des diastases.

On sait que le lait de vache contient naturellement des diastases (catalase, peroxydase, réductase).

Duclaux avait déjà signalé le pouvoir réducteur du lait. Neisser et Weschsberg ont proposé l'emploi du bleu de méthylène qui se décolore par la réduction en composé blanc. Schardinger a également constaté qu'en présence de formol, la solution alcoolique de bleu de méthylène se décolore en 10 à 15 minutes par du *lait non chauffé*.

Voici la composition du réactif de Schardinger (5):
Sol. alcoolique saturée de bleu de Méthylène: 5 cmc.
Solution de Formol à 40 % 5 cmc.
Eau distillée 100 cmc.

Je suis partie de ce principe pour traiter les 3 laits différents.

J'ai pris 3 éprouvettes contenant :
du lait de vache frais.
du lait de chèvre frais.
du lait de brebis frais.

Il a été ajouté 2 à 3 gouttes de ce réactif dans chaque éprouvette qui ont été chauffées au bain-marie, à la température de 50°.

J'ai constaté que seuls les laits de vache et de brebis se décolorent. Le lait de chèvre, au contraire, conserve sa couleur bleue. Cette méthode permet donc de déceler l'addition du lait de vache dans le lait de chèvre; j'ai fait l'essai suivant pour déterminer jusqu'à quelle dose de lait de vache le réactif permettait sa divulgation.

LAIT DE VACHE	LAIT DE CHÈVRE	
5 %	95 %	Pas de décoloration.
10 %	90 %	Légère décoloration.
15 %	85 %	Décoloration nette.
20 %	80 %	Décolorat. complète.

Des déterminations ci-dessus, il résulte que, si la falsification du lait de brebis par le lait de vache n'est pas décelable, celle du lait de chèvre par le lait de vache, l'est au contraire très nettement.

En conclusion, à partir de 15 % de lait de vache dans le lait de chèvre, il se produit une décoloration nette due aux réductases qui permet d'affirmer rapidement la falsification.

DIFFERENCE DE SOLUBILITE DES CASEINES DE LAITS DE CHEVRE ET DE VACHE DANS L'AMMONIAQUE A 25 %.

Steinegger(6) et Gabalthuner(7) ont eu l'idée d'utiliser la solubilité ou l'insolubilité de la caséine dans plusieurs réactifs chimiques. Tous les essais ont été infructueux sauf en employant une solution aqueuse d'ammoniaque à 25 %. Dans ce liquide ammoniacal, la caséine du *lait de vache* est complètement soluble, alors que celle du lait de chèvre est précipitée par le même réactif. Cette méthode n'est d'ailleurs utilisable que dans les laits frais ou conservés avec du bichromate de potasse. D'autre part, les essais

doivent être faits sur des laits aussi dégraissés que possible.

D'après Walter Austen (8), cette méthode donne des résultats indiscutables, lorsqu'il s'agit soit du lait de vache, soit du lait de chèvre purs. Par contre, lorsqu'il s'agit de mélanges contenant moins de 20 % de lait de chèvre, les résultats sont incertains.

Je regrette que les moyens m'aient manqué pour expérimenter cette méthode qui a donné à Walter Austen les résultats suivants :

ESSAIS	Mélanges contenant du lait de chèvre, à la teneur de :					LAIT DE CHÈVRE PUR
	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	
1	0,6 ^{cm}	1,2 ^{cm}	1,6 ^{cm}	2 ^{cm}	—	5,6 ^{cm}
2	0,6	1,1	1,6	2,1	3,1 ^{cm}	5,5
3	—	1	1,4	2	—	5,5
4	0,5	0,9	1,5	2,2	—	—
5	—	1	1,5	2,3	3,2	6,2
6	0,4	—	1,6	—	3,1	—
7	—	1,4	2	—	3,2	—
8	0,5	—	—	2,2	—	—
9	—	0,9	1,7	2,3	3,3	—
Moyennes.	0,5 ^{cm}	1,1 ^{cm}	1,6 ^{cm}	2,1 ^{cm}	3,1 ^{cm}	5,7 ^{cm}

Pour la recherche qui nous intéresse, il faudrait considérer ce tableau en sens inverse et l'on verrait diminuer la hauteur du précipité parallèlement à la quantité de lait de vache ajoutée.

LA RECHERCHE DES MÉLANGES PAR LES MÉTHODES BIOLOGIQUES

La dilution des deux laits par le lait de vache relève plutôt des méthodes biologiques; mais l'usage de celles-ci exigerait une longue série d'expériences (précipitines, anaphylaxie, déviation du complément).

Le lait normal se comporte, vis-à-vis des globules rouges comme une solution contenant 10 p. 1000 de NaCl. Les globules rouges ajoutés au lait normal se maintiennent intacts mais ajoutés à des laits anormaux, ces globules s'hémo lysent.

La réaction des précipitines est celle qui promet le plus. Dans le mécanisme de l'agglutination, Bordet (9), montra que si des lapins sont inoculés en injection intrapéritonéale avec du lait préalablement chauffé à 65° pendant 1 heure pour le rendre partiellement stérile, leur sérum produit une précipitine pour la caséine du lait.

Fish (10), en 1900, montra que la précipitine ainsi obtenue était spécifique, c'est-à-dire qu'une précipitine obtenue par injection de lait de vache donnait un précipité avec le lait de vache mais non avec le lait de chèvre. Cependant, les précipitines formées par injection d'animaux avec diverses protéines ne sont spécifiques que dans certaines limites et les protéines dérivant d'espèces animales très voisines, la différenciation est souvent impossible par ce moyen.

Il est regrettable que ces méthodes qui offrent le plus grand intérêt ne soient pas au point. Je pense que c'est dans cette voie que les chercheurs obtiendront le maximum de résultats pour la recherche des mélanges.

CHAPITRE IV

ÉTUDE DE LA MATIÈRE GRASSE

Etant donné que la comparaison des éléments constitutifs des laits de chèvre et de vache n'ont révélé aucune différence sensible, et bien que le réactif de Schardinger me donne une première preuve, il m'a paru intéressant d'examiner intimement la matière grasse des laits de chèvre. J'ai fait les mêmes déterminations sur la matière grasse des laits de brebis pour obtenir le maximum de rendement dans la recherche de la fraude.

I.

COMPOSITION DES BEURRES

Les beurres en général sont composés de glycérides à acides volatils: butyrine, caproïne et capryline. Ce sont ces acides qui sont intéressants, car le lait de chèvre a une odeur particulière qui fait immédiatement penser à ces acides. Ces odeur et saveur plus ou moins fortes ne peuvent être des indices capables de mettre sur la voie d'une fraude en particulier dans les fromages frais. Parmi les acides volatils, les acides butyrique et caproïque sont seuls solubles dans l'eau. Les beurres contiennent également des glycérides à acides fixes: oléine, palmitine. On rencontre en outre de petites quantités de myristine, d'arachidine, de laurine, de stéarine. Le beurre contient également de la Cholestérine caractéristique des corps gras d'origine animale, dont le dosage se fait sur une grande quantité de matière grasse, ce qui ne m'a pas permis de l'effectuer. Le beurre de vache contient en outre une matière colorante naturelle jaune, tandis que les beurres de brebis et de chèvre sont blancs.

D'après Jaeckle, les beurres ne renferment aucun composé phosphoré (lécithine). Winther Blyth donne comme suit la composition % d'un beurre de vache :

Oléine	42,2 %.
Palmitine Stéarine	50 %.
Butyrine	7,7 %.
Caproïne Capryline	0,1 %.

La différenciation des beurres de chèvre et de brebis avec les beurres de vache présente une grande difficulté en raison des variations de la composition des beurres sous l'influence de causes diverses. L'alimentation par exemple donne des variations dans les acides volatils. La mise au pâturage des vaches provoque une diminution de ces acides. Les vaches nourries de betteraves donnent un beurre dont la proportion des acides volatils ainsi que l'indice de saponification augmente.

La période de lactation influe également sur la teneur en acides volatils, elle augmente les premiers jours pour décroître par la suite. C'est ainsi que M. Nilson a obtenu pour l'indice de Reicher 33 le premier mois de la lactation et 25,4 le quatorzième mois.

Des vaches de races différentes soumises au même régime alimentaire donnent des quantités variables d'acides volatils. Ces derniers sont plus élevés dans les beurres de vaches vivant à des altitudes élevées.

M. Van Rign a montré que pour des beurres hollandais les indices variaient durant les derniers mois de l'année : pour les acides volatils de : 3,82 à 6 % (en acide butyrique), de 210 à 230 pour l'Indice de Saponification, de 87 à 91 pour les acides gras fixes.

Les principales déterminations que j'ai effectué sur la matière grasse, sont les suivantes :

Point de fusion.

Indice de Crismer.

Indice acétique.

Indice de Saponification ou Nombre de Kötts-
torfer.

Acides solubles totaux ou Indices de Planchon.

Acides volatils solubles; Acides volatils insolubles: en Leffmann Beam.

Indice d'iode.

Indice de Hehner.

Indice Caprylique.

II.

TECHNIQUES ANALYTIQUES

Les techniques utilisées sont, pour la plupart, celles que j'ai eu l'occasion d'employer lors d'un stage que j'ai effectué au Laboratoire Central de la Répression des Fraudes à Paris et qui sont également décrites dans l'excellent ouvrage de M. Kling (11).

Pour me permettre d'obtenir une quantité de matière grasse suffisante, j'ai utilisé une baratte de 2 litres. J'ai lavé le beurre obtenu et l'ai mis à fondre à l'étuve à 50 °. J'ai décanté et filtré la matière grasse sur laquelle j'ai effectué les déterminations suivantes :

Point de fusion

Il a été déterminé par la méthode du tube capillaire. A cet effet, on emploie un verre de Bohême rempli d'acide sulfurique aux deux tiers de

sa hauteur, fermé par un bouchon de liège épais traversé en son centre par un tube à essai de 20 centimètres de haut glissant à frottement doux et plongeant dans l'acide. Ce tube est ouvert à sa partie inférieure. Cette petite ouverture établit la communication et permet à l'acide sulfurique de monter au même niveau que dans le verre. Ce tube est bouché par un liège qui maintient un thermomètre sensible plongeant dans l'acide; ce liège présente en outre à sa périphérie une petite rainure pour mettre en communication l'atmosphère du système avec l'extérieur.

On utilise un tube de verre de 4 à 5 millimètres de diamètre, que l'on étire à une de ses extrémités, en lui donnant une longueur de 18 centimètres environ. On aspire par la pointe effilée une goutte de matière grasse fondue. Après 3 jours d'attente, on place ce petit tube dans le tube à essai parallèlement au thermomètre. On chauffe le verre lentement tout en observant à la loupe la substance en expérience et l'ascension de l'échelle thermométrique. Quand la matière grasse s'est mise à couler vers la pointe effilée, on fait la lecture.

Détermination de l'indice de Crismer

ou température critique de dissolution

J'ai employé un petit tube de verre de 8 centimètres de long et de 1 centimètre de diamètre. Dans ce tube bien sec, on introduit 1 cmc. de beurre fondu et 2 cmc. d'alcool absolu de densité 0,7967. Le tube portait un bouchon laissant passer en son centre un thermomètre gradué en dixièmes de degré et à petit réservoir. Le thermomètre

ne touchant aucun point des parois, le réservoir étant entièrement immergé dans le liquide, j'ai chauffé ce tube à la flamme de la veilleuse d'un bec Bunsen en l'agitant doucement de bas en haut jusqu'à ce que son contenu soit devenu homogène et limpide. A ce moment, on écarte le tube de la flamme et on note la température à laquelle le trouble réapparaît. J'ai fait pour chaque détermination 2 essais successifs pour vérifier la température critique.

Détermination de l'indice acétique

On opère comme précédemment : 1 partie de beurre fondu pour 2 d'acide acétique cristallisable.

Indice de saponification ou nombre de Köttstorfer

L'indice de saponification indique le nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour effectuer la saponification complète de 1 gramme de corps gras. Cet indice donne une indication précieuse sur la nature des acides gras combinés à la glycérine.

La prise de cet indice nécessite l'emploi des liqueurs suivantes :

1° Une solution $N/2$ d'HCl préparée avec une très grande exactitude. Il ne faut pas oublier que l'on raisonne sur des milligrammes de Potasse et que $1/10$ de cmc. de cette liqueur en représente près de 3 milligrammes. On adopte de préférence HCl qui est monovalent et forme avec la potasse un sel plus soluble dans l'alcool que l'acide sulfurique par exemple.

2° Une liqueur alcoolique de potasse renfermant 80 gr. de potasse dans un litre d'alcool à 95°.

Le liquide est abandonné au repos pour permettre au carbonate de potasse de se déposer, puis filtré sur un grand filtre à plis. Le liquide clair titré, est étendu d'alcool de façon à l'amener à contenir 56 grammes de KOH par litre.

Pratique de l'essai

La matière grasse étant amenée à l'état de fusion est aspirée avec une pipette et introduite dans un flacon de 250 cmc. taré à l'avance. On en pèse 5 grammes, ce qui s'obtient aisément par l'emploi de papier filtre que l'on manœuvre de façon à absorber le produit en excès. On doit s'attacher à ne pas souiller les parois du vase. On verse sur cette matière 25 cmc. de la solution alcoolique de potasse. Dans une fiole d'Erlenmeyer semblable, on mesure 25 cmc. de KOH. L'alcali doit dans les deux cas être mesuré très exactement. On chauffe chaque Erlenmeyer au réfrigérant à reflux un quart d'heure. Après ce chauffage, on titre à l'aide d'HCl N/2 la matière non solidifiée à laquelle on a ajouté quelques gouttes de Phénol-phtaleine. Le virage est très net, j'ai noté le nombre de cmc d'acide employé, soit M.

D'autre part, j'ai répété exactement la même opération avec le deuxième Erlenmeyer qui ne contenait que de la potasse.

Le titrage me donne un volume V d'acide. D'où les 25 cmc. de liqueur alcaline employée à la saponification pouvaient saturer V cmc. de la liqueur d'HCl N/2; d'autre part, après la saponification, il reste une quantité d'alcali libre qui sature M cmc d'HCl N/2; la potasse employée à saturer les acides gras mis en liberté par la saponification est donc capable de saturer $V - M$ cmc d'HCl et comme 1 cmc.

équivalent à 0,028 de KOH, nous aurons :

$$\text{Indice de Saponification : } \frac{(V - M) 0,028}{5}$$

On l'exprime en milligrammes par gramme.

Dosage des acides solubles totaux

Pour effectuer le dosage de ces acides, j'ai d'abord fait l'Indice de Kottstorfer, de telle façon que, sur la même prise d'essai j'ai fait 2 déterminations.

Le flacon d'Erlenmeyer employé lors de la détermination précédente est un flacon jaugé spécialement en y introduisant 150 cmc. d'eau alcoolisée à 15 %, chauffant à 50° et marquant par un trait de vernis le niveau du liquide.

Pratique de l'essai

Après avoir noté la quantité M d'HCl N/2 nécessaire pour faire disparaître la coloration rouge de la phtaleine et, connaissant le volume V d'HCl à employer pour saturer 25 cmc de KOH chauffée dans les mêmes conditions, on continue les affusions d'acide jusqu'au volume V.

Par suite, la potasse se trouve entièrement neutralisée et les acides gras mis en liberté. A ce moment, on ajoute de l'eau bouillante jusqu'au trait de jauge pour porter le liquide à 50°. Enfin, on obture le flacon avec la paume de la main et agite une centaine de fois.

Les acides solubles se sont dissous dans l'eau à l'exception d'une petite quantité qui reste en solution dans les acides insolubles. On place la fiole dans un courant d'eau froide jusqu'à solidification

des acides sous forme d'un gâteau adhérent au vase dont il se détache lorsque l'on donne avec le doigt un coup sur la paroi extérieure. Le liquide aqueux est décanté sur un filtre à plis. On prélève 50 cmc. du liquide filtré et l'on détermine l'acidité en présence de phtaleine du phénol au moyen d'une liqueur N/10 de Na OH.

Pour exprimer l'acidité en acide butyrique, on multiplie le chiffre trouvé par 0,528 puis par 3 pour ramener à 5 grammes.

Détermination des acides volatils solubles et insolubles

Réactifs employés :

Glycérine pure à 30° Baumé.

Lessive de soude.

Solution aqueuse d'acide sulfurique à 25 cmc. d'acide à 66° Baumé par litre.

Pierre ponce pulvérisée.

Solution de soude N/10.

Pratique de l'essai

1° *Dosage des acides volatils solubles :*

Dans un Erlenmeyer de 250 cmc., on pèse exactement 5 grammes de beurre fondu. On verse sur cette matière grasse 20 cmc. de glycérine et 4 cmc. 8 de lessive de soude qui, je l'avais calculé, étaient capables de saturer 50 cmc. d'acide sulfurique à 25 cmc. par litre.

La fiole est placée sur une toile métallique chauffée par un Bunsen ouvert de telle façon que sa

flamme trace sur la toile métallique un cercle rouge ayant approximativement la moitié du diamètre du fond de la fiole. On chauffe en agitant continuellement de façon à ce que la masse qui au début mousse au point de déborder soit devenue tranquille et parfaitement homogène; résultat obtenu en 5 à 7 minutes environ. La fin de l'opération est annoncée par un bruit de friture, le liquide homogène sent la lessive. Simultanément on prépare de l'eau bouillante et, après refroidissement on l'ajoute avec précaution et d'abord goutte à goutte pour prévenir tout débordement: 90 cmc. d'eau bouillante dans laquelle le savon se dissout en formant un liquide limpide. On ajoute 50 cmc. d'acide sulfurique à 25 cmc. par litre et un peu de pierre ponce pulvérisée. Après avoir bouché la fiole avec un tube de 10 cm. de long, portant en son milieu une petite boule préalablement remplie d'amiante, on l'attèle à un réfrigérant descendant et l'on distille en chauffant vivement.

La flamme du bec Bunsen doit s'étaler sur presque toute la surface inférieure de la fiole conique. De cette façon, l'on distille facilement en 30 à 35 minutes, les 110 cmc. de liquide nécessaires au titrage.

Dès ces 110 cmc. obtenus, on attèle une fiole à demi pleine d'alcool à 90° et on distille 50 cmc. qui vont servir par la suite au dosage des acides volatils insolubles.

Dans le ballon contenant le liquide distillé, on ajoute gros comme un pois de talc, bouche au liège, et retourne le flacon en lui imprimant un mouvement circulaire autour de son axe pour que le talc se mette en suspension. Il faut filtrer le liquide *sans* perte sur un filtre sec et sans plis de 5 cm. de diamètre, et recueillir exactement 100 cmc. dont on

mesure l'acidité avec la Na OH N/10 en présence de Phtaleine du Phénol.

Le nombre $V \times 1,1$ donne la mesure de l'acidité contenue dans les 110 cmc. exprimée en Leffman Beam.

2° Dosage des acides volatils insolubles :

Les acides volatils insolubles retenus en majeure partie par le talc, se trouvent répartis dans 3 récipients différents :

1° Dans le tube du réfrigérant de l'appareil de distillation;

2° Dans le ballon de 110 cmc.;

3° Sur le filtre avec le talc.

Pour les réunir, on prend les 50 cmc. d'alcool distillés précédemment; le filtre contenant le talc étant placé sur le ballon de 110 cmc. qui renferme le distillatum inemployé, on crève ce dernier avec le fil de platine; le lave complètement avec les 50 cmc. d'alcool distillés précédemment et ajoute au liquide le filtre lui-même, l'eau de rinçage de l'entonnoir et quelques gouttes de Phénol Phtaleine pour doser l'acidité avec une liqueur alcaline N/10. Le nombre A de cmc. doit subir deux corrections. Il faut d'abord retrancher : l'acidité des 10 cmc. de liquide aqueux laquelle est V/10, puis l'acidité due à l'alcool soit C. On aura :

$$\text{Acides volatils insolubles : } A - \frac{(V + C)}{10}$$

Indice d'Iode

Réactifs employés

1° Solution d'Iode. — Agiter fréquemment à froid 100 gr. d'Iode bi-sublimé, dans environ 1500 cmc.

d'alcool à 95°. La dissolution terminée, jeter sur un grand filtre à plis, pour en séparer les impuretés insolubles et ajouter au moment de s'en servir 500 cmc. d'alcool. Conserver en lieu obscur et en flacon bien clos;

2° Solution de Bichlorure de mercure : dissoudre 60 grammes de ce corps dans 1 litre d'alcool à 95°;

3° Solution d'Hyposulfite de soude à 24 gr. 8 p. 1.000. L'hyposulfite employé devra être absolument neutre. Pour stabiliser la solution, ajouter quelques gouttes de soude.

4° Solution aqueuse contenant 9 à 10 grammes p. 1.000 d'Iodate de Potasse;

5° Solution à 200 grammes p. 1.000 d'Iodure de Potassium ;

6° Solution d'empois d'amidon obtenue en versant sur 2 grammes d'amidon 100 cmc. d'eau distillée bouillante, agitant et filtrant; cette solution s'altérant promptement, il est bon d'y ajouter quelques milligrammes d'Iodure de Mercure qui prolonge la durée de la conservation.

7° 2 flacons de 500 cmc. pouvant se boucher à l'émeri.

Pratique de l'essai

J'ai opéré sur 0 gr. 5 de beurre que j'ai pesé dans un verre de montre taré. Ayant prélevé la matière grasse fondue avec un tube effilé, j'ai pu arriver en m'aidant d'une bande de papier filtre, à enlever l'excès de matière introduite et j'ai pesé ainsi au milligramme près avec rapidité. On introduit le verre de montre dans l'un des flacons de 500 dans lequel il faut ajouter 25 cmc. de Chloroforme destiné à dissoudre le corps gras. Dans le deuxième fla-

con de 500 qui est le flacon témoin, on place la même quantité de chloroforme. Dans chaque flacon, avoir soin de mesurer exactement 20 cmc. de Bichlorure de Mercure et 20 cmc. de la liqueur d'iode. On agite, bouche les flacons et laisse au repos 2 heures. Au bout de ce temps, on verse dans chacun de ces flacons 25 cmc. d'Iodure de potassium et on agite 1 à 2 minutes pour éviter, lors de l'addition ultérieure d'eau, la formation d'Iodure rouge de mercure. Ensuite, verser 100 cmc. d'eau distillée dans chaque flacon et agiter pour rendre homogène. Il ne reste plus qu'à titrer l'iode resté libre. Pour cela, la liqueur d'hyposulfite étant contenue dans une burette graduée, il faut laisser couler la liqueur assez rapidement au début, en ralentissant à mesure que la liqueur s'éclaircit. A ce moment, on ajoute l'empois d'amidon qui colore la masse en vert et on continue les additions d'hyposulfite jusqu'à décoloration de l'essai. Cette décoloration doit persister même par agitation. Soit N le nombre de cmc. employés pour ce titrage et V le volume de la même liqueur inemployée.

V — N représente en cmc. d'hyposulfite l'iode fixé par le corps gras.

L'hyposulfite de soude étant titré par rapport à de l'acide sulfurique N/10 sachant que 1 cmc. égale 0 gr. 0127 d'Iode, la matière grasse a donc absorbé

$$(V - N) \times 0,0127 \times \frac{100}{0,5}$$

Indice de Hehner

L'indice de Hehner indique le poids d'acides insolubles dans l'eau qui se trouvent combinés à la glycérine dans 100 gr. de matière grasse. On ne tient pas compte des petites quantités de matière insaponifiable que renferment normalement les diverses matières grasses.

C'est donc une donnée purement gravimétrique.

On saponifie 5 gr. de matière grasse suivant le mode habituel, dans un ballon de 125 avec 25 cmc. de potasse alcoolique à 45 gr. p. 1.000. Après un quart d'heure de chauffage au réfrigérant ascendant, l'on transvase la solution alcoolique dans une capsule de porcelaine à fond plat et à bec de 12 cm. de diamètre. Le ballon est lavé à l'alcool chaud et cet alcool est joint à la solution principale de la capsule. Le tout est évaporé au bain-marie.

Le savon est repris par l'eau bouillante et la solution transvasée dans un Erlenmeyer. On ajoute un petit excès d'HCl. et porte au bain-marie jusqu'à séparation des acides gras qui forment une couche transparente à la surface du liquide. On retire du bain-marie et laisse refroidir. Quand la couche est solidifiée, on filtre le liquide sous-jacent, puis on reprend le gâteau effondré sur le fond de la fiole par 200 cmc. d'eau bouillante.

On laisse les acides faire prise à nouveau, puis on filtre l'eau. L'on répète cette opération jusqu'au moment où l'eau qui s'écoule du filtre ne présente aucune réaction acide au tournesol.

Les acides gras repris par l'alcool bouillant sont alors versés dans un petit cristalliseur en verre mince taré; on rince la fiole avec de l'eau chaude que l'on fait couler sur le filtre et l'on recueille le filtrat dans le petit cristalliseur. Finalement, on porte au bain-marie et vaporise jusqu'à disparition de toute odeur piquante. On porte à l'étuve à 100° une demi-heure, laisse refroidir à l'exsiccateur et pèse; on rapporte le poids à 100 de matière grasse.

.....

Les tableaux qui suivent consignent les résultats obtenus par les méthodes que je viens de décrire:

COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES
EXTRAITES DES LAITS DE VACHE

ÉLÉMENTS	Hollan- daise n° 2	Suisse n° 4	Hollan- daise n° 5	Suisse n° 7	Suisse n° 9
Point de fusion	38	38	38	38	39
Indice de Crismer	53	54	55	54	56
Indice acétique	44 1	43	44	43 2	45
Indice de Kottstorfer .. .	226	225	226 5	228 3	227
Indice de Planchon	24	24	23 9	23 7	24
Acides volatils { solubles .. .	28	27 5	27 8	28 4	29 2
(en Leffmann-Béam) { insolubles .. .	1 8	1 9	2 2	2 3	1 7
Indice de Hohner	88	88	88 5	88	87
Indice d'iode	34 1	32 5	33	34	33 2

COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES
EXTRAITES DES LAITS DE VACHE (SUITE)

ÉLÉMENTS	Nor- mande n° 10	Hollan- daise n° 11	Suisse n° 12	Suisse n° 13	Nor- mande n° 14
Point de fusion	39	38	38	38	39
Indice de Crismer	55	56	54	54	56
Indice acétique	44 9	44	45	44 5	44
Indice de Kottstorfer .. .	226	226 2	227	226	226
Indice de Planchon	24 4	24	23 8	24	23 9
Acides Volatils { solubles .. .	28 9	29	29	28	29
(en Leffmann-Béam) { insolubles .. .	2 3	1 9	1 9	1 8	1 8
Indice de Hohner	88 5	88	88	89	89
Indice d'iode	35	33 5	34 4	33 6	32 1

COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES EXTRAITES DES LAITS DE BREBIS

ÉLÉMENTS	Andor- rane n° 2	Corse n° 4	Corse n° 5	Andor- rane n° 7	Andor- rane n° 8	Corse n° 10
Point de fusion	39 1	39 1	39 6	38 9	39	40 1
Indice de Crismer	51	49	49	50	51	50
Indice acétique	42 6	42 9	44 1	44	43 8	43 1
Indice de Kottstorfer ..	231	233	239	231 6	234	238 2
Indice de Planchon	12 8	13 8	14 5	12 4	13	13 6
Acides Volatils { solubles ...	27 1	28 8	29	26 4	26 9	30 1
(en Leffmann-Béam) { insolubles ..	4 2	6 1	6 5	3 5	5 5	5 9
Indice de Hehner	88 1	88	88	87 8	88 4	88
Indice d'iode	35	36 1	35 6	34 2	33 7	35

COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES EXTRAITES DES LAITS DE BREBIS (SUITE)

ÉLÉMENTS	Corse n° 11	Corse n° 12	Andor- rane n° 15	Andor- rane n° 17	Corse n° 19	Andor- rane n° 20
Point de fusion	40 1	40	39 5	39 3	39 7	39
Indice de Crismer	48	49	51	49	48	51
Indice acétique	44 5	44	43 9	42 8	43 7	44 6
Indice de Kottstorfer ..	229	228 6	230	227	230	233 6
Acides Volatils { solubles ...	31 5	31 2	28 9	27 3	29 3	26 1
(en Leffmann-Béam) { insolubles ..	6 1	5	6 9	4 9	5 8	3 4
Indice de Hehner	88	88 1	87 9	88	88	88 2
Indice d'iode	36 7	36 2	34 8	33	37	33 5
Indice de Planchon	14 2	13 7	12 3	11 2	13 7	11 9

COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES EXTRAITES DES LAITS DE CHÈVRE

ÉLÉMENTS	Corse n° 2	Alpine n° 3	Corse n° 5	Corse n° 6	Alpine n° 7	Corse n° 10	Corse n° 11
Point de fusion	38 6	41	40 2	39	41 4	39	39 3
Indice de Crismer	39 5	42 3	40	40 1	42	40	41 6
Indice acétique	44 2	43 8	44 1	44	42 7	47 1	42 4
Indice de Kottstorfer ..	231	235 3	229 8	231 3	244 4	232	233 6
Indice de Planchon	18 2	18 3	17 9	15 8	16 1	17 8	13 5
Acides Volatils { solubles ...	20 8	19 4	21 2	21	19 3	21 1	18 7
(en Leffmann-Béam) { insolubles ..	7 2	6 8	8 1	8 2	6 4	6 8	7
Indice de Hehner	89	88 3	88	87 7	88 5	88	88 2
Indice d'iode	21 5	19 4	20 2	19 7	20	21 6	24 1

**COMPOSITION DES MATIÈRES GRASSES
EXTRAITES DES LAITS DE CHÈVRE (SUITE)**

ÉLÉMENTS	Alpine n° 12	Corse n° 13	Corse n° 14	Alpine n° 15	Corse n° 16	Corse n° 17	Corse n° 18
Point de fusion.....	41 2	38 8	38 7	40	39 4	39 9	38 2
Indice de Crismer.....	43 1	40	39 4	42 9	40 2	41 4	40 9
Indice acétique.....	44 1	43 3	44 6	44 5	44 4	43 8	43 9
Indice de Kottstorfer ...	240 2	234	230 3	237 7	231 2	232 5	234
Indice de Planchon.....	17 5	17 9	17 8	18 4	14 7	15 4	17 3
Acides Volatils { solubles ...	13 8	18 4	17 7	16 1	17 8	18 4	21 6
(en Leffmann-Béam) { insolubles ..	6 8	8 3	8 2	6 6	8 1	7 8	8 1
Indice de Hehner.....	88 2	88 2	88	88	88 4	87 8	88 1
Indice d'iode.....	20 1	21 3	23	19 2	21 5	21 5	20 8

**COMPOSITION MOYENNE DES MATIÈRES GRASSES
EXTRAITES DES 3 LAITS**

ÉLÉMENTS	Vache	Brebis	Chèvre
Point de fusion.....	38 3	39 4	39 6
Indice de Crismer.....	54 7	49 6	40 9
Indice acétique.....	44 1	43 6	44
Indice de Kottstorfer ...	226 4	231	233 6
Indice de Planchon.....	24 1	12 8	16 9
Acides Volatils { solubles ..	28 3	28 5	18 9
(en Leffmann-Béam) { insolubles..	2	5 3	7 4
Indice de Hehner.....	88 2	88	88 2
Indice d'iode.....	33 5	35	21

III.

**INTERPRÉTATION
DES RÉSULTATS**

**Comparaison de la matière grasse extraite du lait
de vache avec celle du lait de brebis**

Point de fusion

Il est légèrement plus élevé dans le lait de brebis:
39° 4 pour 38° 3.

Indice de Crismer

Il est nettement plus faible dans la matière grasse du lait de brebis: 49,6 pour 54,7.

Indice acétique

Il y a peu de différence : 43,6 pour 44,1.

Indice de Köttstorfer

L'Indice de saponification est plus élevé dans la matière grasse du lait de brebis: 231, pour 226,4.

Indice de Planchon

Il est deux fois plus important dans la matière grasse du lait de vache : 24,1 pour 12,8.

Acides volatils solubles

Ils ne présentent pas de différence.

Acides volatils insolubles

Ils sont très élevés dans la matière grasse du lait de brebis: 5,3 pour 2.

Indice de Hehner

Il est le même pour les deux matières grasses.

Indice d'Iode

Très légèrement supérieur dans la matière grasse du lait de brebis.

Des comparaisons que je viens de faire, il résulte que dans la matière grasse du lait de brebis, deux éléments présentent de grandes différences par rapport à ceux correspondant dans la matière grasse du lait de vache. Il s'agit de l'*Indice de Planchon* et des *Acides volatils insolubles*.

Les matières grasses des deux laits examinés présentent une différence que je mets en évidence en établissant le rapport :

$$\frac{\text{Acides volatils ins} \times 100}{\text{Acides vol. sol.}}$$

ESSAIS D'APPLICATION A LA RECHERCHE DU LAIT DE VACHE DANS LE LAIT DE BREBIS

Pour ces essais, j'ai mélangé dans les proportions de 25 %, 50 % et 75 %,

a) du lait d'une brebis corse (échantillon 4), avec du lait de vache (échantillon 4);

b) du lait d'une brebis corse (échantillon 10), avec du lait de vache (échantillon 12);

c) du lait d'une brebis andorrane (échantillon 15), avec du lait de vache (échantillon 13).

d) du lait d'une brebis corse (échantillon 19) avec du lait de vache (échantillon 14).

Les tableaux qui suivent expriment les résultats obtenus :

Mélanges de laits de brebis avec du lait de vache

PROPORTIONS	Planchon	Ac. vol. sol.	Ac. vol. insol.	ins. $\times$ 100
				sol.
Lait de vache pur (échantillon 4) ..	24	27 5	1 9	6 9
Lait de brebis pur (échantillon 4) ..	13 8	28 8	6 1	21 1
Mélange à 25 % de lait de vache ...	14 9	28 6	5 6	19 5
Mélange à 50 % de lait de vache ...	16 4	28 4	5	17 6
Mélange à 75 % de lait de vache ...	19	27 5	3 9	14
Lait de vache pur (échantillon 12) ..	23 8	29	1 9	6 2
Lait de brebis pur (échantillon 10) ..	13 6	30 1	5 9	19 6
Mélange à 25 % de lait de vache ...	15	29 9	5 3	17 9
Mélange à 50 % de lait de vache ...	16 8	29 7	4 6	15 5
Mélange à 75 % de lait de vache ...	19 6	29 4	3 5	11 8

Mélanges de laits de brebis avec du lait de vache (suite)

PROPORTIONS	Planchon	Ac. vol. sol.	Ac. vol. insol.	$\frac{\text{ins.} \times 100}{\text{sol.}}$
Lait de vache pur (échantillon 13) .	24	28	1 8	6 4
Lait de brebis pur (échantillon 15) .	12 3	28 9	6 9	23 9
Mélange à 25 % de lait de vache ...	14 2	28 7	5 9	20 7
Mélange à 50 % de lait de vache ...	16 9	28 5	4 8	16 8
Mélange à 75 % de lait de vache ...	20	28 3	3 4	12
Lait de vache pur (échantillon 14) .	23 9	29	1 8	6 2
Lait de brebis pur (échantillon 19) .	13 7	29 3	5 8	19 8
Mélange à 25 % de lait de vache ...	15 6	29 2	5 3	18 1
Mélange à 50 % de lait de vache ...	16 5	29 10	4 6	16
Mélange à 75 % de lait de vache ...	22 6	29 13	3 6	12 3

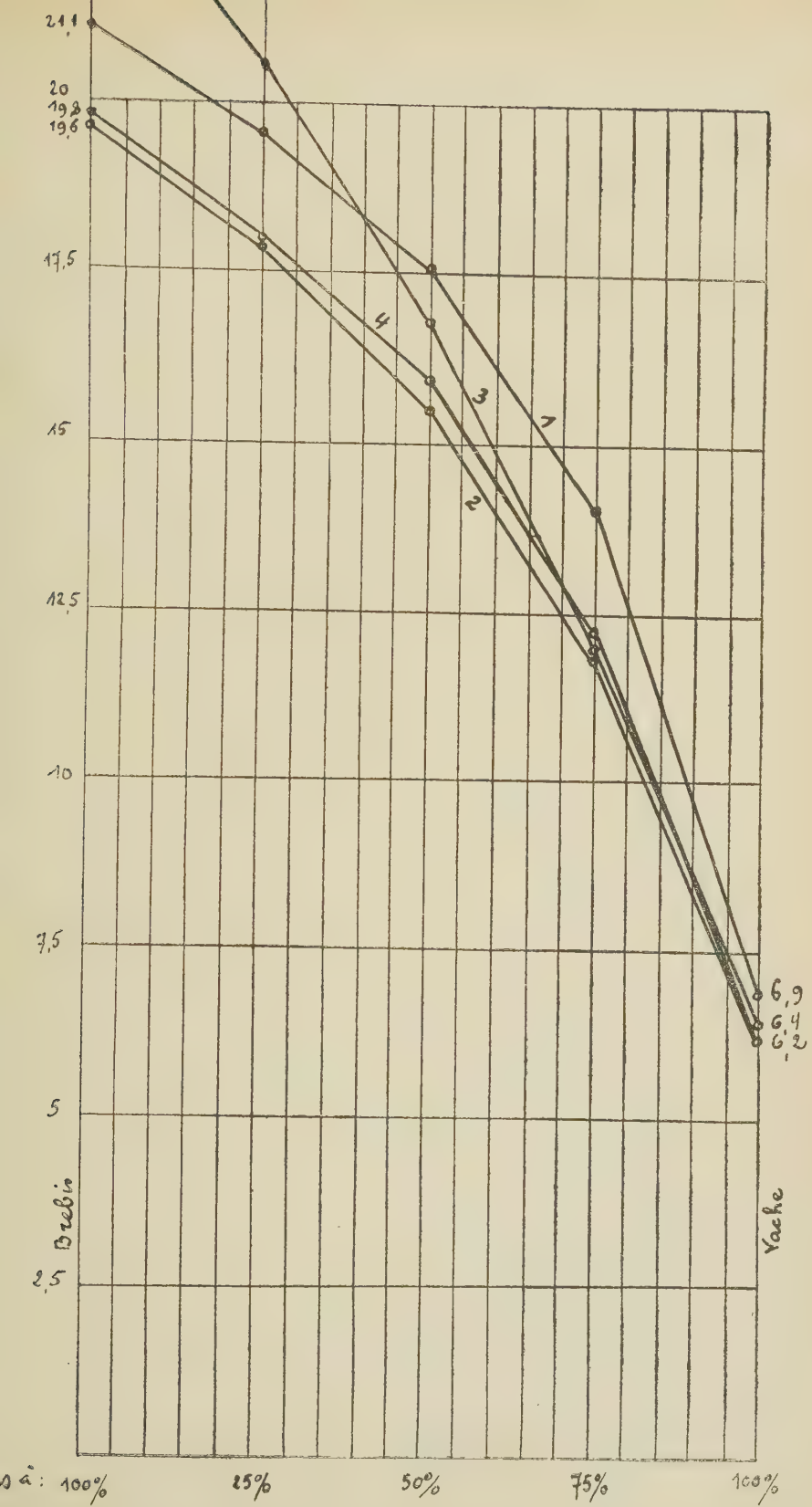
Des examens effectués sur ces mélanges, je peux conclure que le résultat analytique des diverses manipulations frauduleuses se traduit par :

Une augmentation de l'indice de Planchon qui est en fonction de la quantité de lait de vache ajoutée;

Une diminution du rapport $\frac{\text{ins} \times 100}{\text{sol}}$

Il est à noter que dans les mélanges, les rapports ne varient pas régulièrement; ceci est dû au fait que le barattage du lait met en présence des matières grasses dans des proportions différentes. Dans le premier essai par exemple, la matière grasse du lait de vache étant de 40 grammes, et celle du lait de brebis de 110 gr. 33, les chiffres obtenus pour les acides volatils solubles et insolubles, sont en proportion de la quantité des deux matières grasses en présence.

Les courbes suivantes mettent ces résultats en relief :



COMPARAISON DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE VACHE AVEC CELLE DU LAIT DE CHÈVRE

Point de fusion

Il est légèrement plus élevé dans la matière grasse du lait de chèvre : 39,6 pour 38,3.

Indice de Crismer

Il est nettement inférieur dans la matière grasse du lait de chèvre : 40,9 pour 54,7.

Indice acétique

Il n'offre pas de différence.

Indice de Köttstorfer

Il est plus élevé dans la matière grasse du lait de chèvre : 233,6 pour 226,4.

Indice de Planchon

Il est beaucoup plus grand dans la matière grasse du lait de vache : 28,3 pour 18,9.

Acides volatils solubles

Ceux exprimant la matière grasse du lait de chèvre sont particulièrement élevés : près de 4 fois plus que dans la matière grasse du lait de vache : 7,4 pour 2.

Indice de Hehner

Il ne présente pas de différence.

Indice d'Iode

Il est abaissé dans le lait de chèvre : 21 pour 33,5.

En rapprochant les divers éléments de la matière grasse des deux animaux, nous voyons que les différences les plus sensibles résident en particulier dans les acides volatils solubles et insolubles; ces derniers surtout m'ont paru intéressants.

ESSAIS D'APPLICATION A LA RECHERCHE DU LAIT DE VACHE DANS LE LAIT DE CHÈVRE

J'ai fait les essais en mélangeant dans les proportions de 25 %, 50 % et 75 % :

a) du lait d'une chèvre corse (échantillon 5) avec du lait de vache (échantillon 5);

b) du lait d'une chèvre alpine (échantillon 7) avec du lait de vache (échantillon 7);

c) du lait d'une chèvre alpine (échantillon 12) avec du lait de vache (échantillon 10);

d) du lait d'une chèvre corse (échantillon 14) avec du lait de vache (échantillon 11).

.....

Les tableaux suivants consignent les résultats obtenus :

Mélanges de laits de chèvre avec du lait de vache

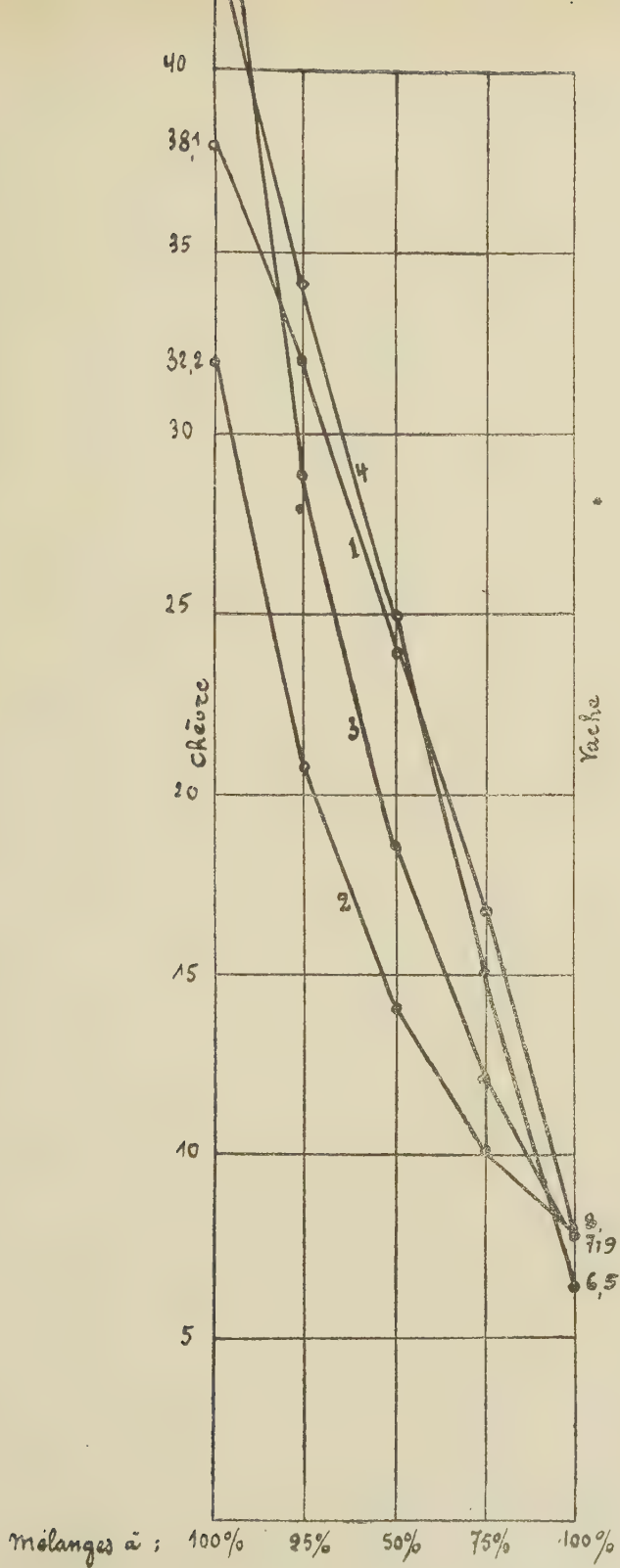
PROPORTIONS	Planchon	Ac. vol. sol.	Ac. vol. insol.	$\frac{\text{ins.} \times 100}{\text{sol.}}$
Lait de vache pur (échantillon 5) ..	23 9	27 5	2 2	8
Lait de chèvre pur (échantillon 5) ..	17 9	21 2	8 1	38 1
Mélange à 25 % de lait de vache ...	18 9	22 2	7	31 7
Mélange à 50 % de lait de vache ...	20 2	23 6	5 7	24 2
Mélange à 75 % de lait de vache ...	21 8	25 3	4 2	16 6
Lait de vache pur (échantillon 7) ..	23 7	28 4	2 3	8
Lait de chèvre pur (échantillon 7) ..	16 1	19 3	6 4	32 2
Mélange à 25 % de lait de vache ...	19	22 8	4 7	20 8
Mélange à 50 % de lait de vache ...	21 2	25 5	3 6	14 1
Mélange à 75 % de lait de vache ...	22 6	27 1	2 8	10 5

Mélanges de laits de chèvre avec du lait de vache (suite)

PROPORTIONS	Planchon	Ac. vol. sol.	Ac. vol. insol.	$\frac{\text{ins.} \times 100}{\text{sol.}}$
Lait de vache pur (échantillon 10) .	24 4	28 9	2 3	7 9
Lait de chèvre pur (échantillon 12) .	17 5	13 8	6 8	47 8
Mélange à 25 % de lait de vache ...	19 6	18 5	5 3	28 8
Mélange à 50 % de lait de vache ...	21 5	22 5	4 1	18 5
Mélange à 75 % de lait de vache ...	23	25 8	3 2	12 3
Lait de vache pur (échantillon 11) .	24	29	1 9	6 5
Lait de chèvre pur (échantillon 14) .	17 8	18 4	8 2	44 5
Mélange à 25 % de lait de vache ...	19	20 5	6 9	33 8
Mélange à 50 % de lait de vache ...	20 2	22 6	5 6	25
Mélange à 75 % de lait de vache ...	20	25 5	3 9	15 3

Les résultats trouvés d'après ces mélanges confirment bien ce que je disais plus haut, à savoir que, dans un mélange de lait de vache et de lait de chèvre, l'indice de Planchon du mélange augmente et le rapport $\frac{\text{ins} \times 100}{\text{sol}}$ diminue.

La même remarque est à faire au sujet des rapports qui ne varient pas régulièrement, ceci provenant des proportions de matière grasse en présence. Les résultats trouvés ci-dessus, peuvent s'exprimer graphiquement par les courbes suivantes,



Il est à remarquer que ces courbes n'ont pas toutes la même allure. Lorsque les deux matières grasses sont à peu près les mêmes, la courbe tend vers une droite. Si, comme c'est le cas dans le lait de chèvre, les matières grasses sont parfois inférieures à celles de la vache, les courbes suivent une direction au-dessous de cette droite. Au contraire, quand la matière grasse est supérieure (cas du lait de brebis), la courbe se trouve en dessus.

CHAPITRE V

RÉCHERCHE COMPLÉMENTAIRE DANS LA MATIÈRE GRASSE DES LAITS

DÉTERMINATION DE L'INDICE CAPRYLIQUE

Nous avons vu que dans le beurre de chèvre, les acides volatils solubles et insolubles présentent des chiffres d'acides volatils solubles moins élevés et des chiffres d'acides volatils insolubles beaucoup plus élevés que dans le beurre du lait de vache.

L'hypothèse que je formulais précédemment en examinant les caractères physiques des laits, semble donc vérifiée : les acides caprylique et caprique sont en plus grande quantité dans la matière grasse du lait de chèvre.

Pour me permettre d'effectuer les dosages d'acides caprylique et caprique j'ai demandé à MM. Cholet et Camus, professeurs à l'Ecole de Laiterie de Surgères, de bien vouloir me communiquer leur méthode, ce qu'ils ont fait, très aimablement.

La technique que j'ai employée est celle préconisée par Casares Lopez (12) qui n'est d'ailleurs qu'une modification de la recherche de l'Indice Caprylique de Grossfeld (13).

Je n'ai pu déterminer très exactement les conditions de précipitation du caprylate de cuivre exigées par la méthode qui se révèle jusqu'à maintenant excessivement infidèle.

Technique de Lopez

Séparation du beurre

Mettre 25 cmc. de beurre dans un vase d'Erlenmeyer avec un volume égal d'HCl de densité 1,19 et chauffer à feu nu en agitant jusqu'à ébullition. Après dissolution de la caséine, laisser refroidir, mettre dans un entonnoir à séparation, agiter avec 20 cmc. d'éther pour dissoudre la matière grasse. Décanter la couche éthérée et évaporer l'éther dans une capsule. La graisse est prête pour l'essai.

Saponification

A la graisse de la capsule, ajouter 5 cmc. de glycérine et 1 cmc. de potasse à 50 %. Chauffer à feu modéré jusqu'à saponification complète. Le savon formé est dissous dans 100 cmc. d'eau tiède, il doit donner un liquide transparent.

Précipitation

Mettre 50 cmc. de la dissolution précédente dans un Erlenmeyer de 100 cmc. On ajoute 25 cmc. d'une solution de sulfate de magnésie à 15 gr. p. 1000. On bouche et on agite fortement. Laisser reposer 6 heures. Filtrer sur papier et ajouter au filtrat 10 cmc. d'une solution tampon de sulfate de cuivre (Sulfate de cuivre: 3 gr. 12; acétate de sodium: 50 gr.; acide acétique 1 cmc. pour 1000 cmc. d'eau).

Si, après une heure, il ne s'est formé aucun précipité ou si celui-ci est faible, il s'agit de lait de vache. Si le précipité est abondant, c'est du lait de chèvre.

Dosage

Pour connaître la proportion des deux laits dans le mélange, il faut effectuer l'indice d'acide caprylique de Grossfeld.

Pour cela, il faut purifier la graisse en agitant la couche étherée avec de l'eau alcalinisée par la potasse pour lui enlever l'excès d'acide, on évapore l'éther et on sèche la matière grasse pendant une heure à l'étuve à 105°. On pèse une quantité de matière grasse qui doit être comprise entre 1 gramme et 1 gr. 16. On saponifie et on traite comme précédemment avec les mêmes quantités de réactif. On recueille le précipité de caprylate de cuivre dans un creuset taré de Schott-Iéna (porosité 4). On lave avec un peu d'eau. On sèche à 100° et on pèse.

On passe du poids en milligrammes à l'indice d'acide caprylique en multipliant par un facteur variant avec la quantité de matière grasse employée:

Poids de Graisse (gr.)	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16
Facteur.....	0,869	0,852	0,836	0,820	0,805	0,790	0,776	0,762	0,750

Tableau donnant le résultat des indices capryliques

NUMÉROS	RACES	RÉSULTATS OBTENUS ‰
9	Vache suisse	Traces
11	Vache hollandaise	0
12	Vache suisse	0
17	Brebis andorrane	3 gr 45
19	Brebis corse	Traces
21	Brebis corse	2 gr 12
10	Chèvre corse	14 gr 20
12	Chèvre alpine	3 gr 86
15	Chèvre alpine	20 gr 06

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans la matière grasse des laits de vache que j'ai examinés, les résultats sont tous négatifs. Cependant Casares Lopez (12) trouvé comme teneur maxima 3 gr. 2 p. 1.000 dans le lait de vache. Il est évident que j'ai fait trop peu de dosages pour vérifier ce chiffre.

Les teneurs en caprylate de la matière grasse du lait de brebis, quoique inconstantes, m'ont donné dans deux cas des chiffres supérieurs.

Les chiffres que j'ai obtenu dans l'examen des matières grasses de laits de chèvre m'ont donné des résultats plus satisfaisants puisque dans l'échantillon 15 en particulier, j'ai trouvé jusqu'à 20 gr. 06 pour 1.000.

Toutefois, ces essais ne peuvent être utilisés pour déceler la falsification d'un lait par le lait de vache, car la méthode n'est pas au point.

D'autre part, Lopez qui trouve comme moyenne dans la matière grasse du lait de chèvre 17,7, pour-
rait conclure que les laits de chèvre correspondant aux chiffres 14,2 et 3,86 sont des laits fraudés, alors qu'ils offrent toute garantie d'authenticité et de pureté.

CONCLUSIONS

CONCERNANT LES LAITS

De tout ceci je conclus, qu'une expertise de lait, soit de brebis, soit de chèvre, suspects d'une addition de lait de vache peut être menée à bien.

Les recherches que je viens d'exposer et les considérations qui s'y rattachent, démontrent qu'il est possible de déterminer qualitativement la fraude.

Cependant, étant données les variations venant de l'heure de la traite, de la race de l'animal, de la saison, de l'alimentation, il est *indispensable* que l'examen de l'échantillon présumé fraudé soit mené parallèlement à un *échantillon de comparaison* prélevé chez le propriétaire du troupeau.

En effet, afin de vérifier les oscillations dues aux variations saisonnières, j'ai moi-même analysé la matière grasse du lait d'une même chèvre pendant différents mois de l'année et j'en suis arrivée à cette conclusion, que les divers éléments de la matière grasse varient constamment. Par exemple, pour l'Indice de Planchon, j'ai trouvé 18,3 en janvier, 17,5 en mars, 18,4 en mai. Aux mêmes moments, les acides volatils solubles étaient: 19,4, 13,8, et 16,1.

En résumé, la falsification du lait de brebis par le lait de vache se traduit par:

1° Une diminution de la somme des éléments beurre + caséine (moyenne 155,20 pour la brebis, 63,50 pour la vache);

2° Une augmentation de l'acide citrique (0,98 dans la brebis, 1,92 dans la vache);

3° Une augmentation de l'Indice de Planchon.

Ex. : dans un mélange à 25 % de lait de vache, l'indice passe de 13,7 dans la matière grasse du lait de brebis, à 15,6 dans le mélange;

4° Une diminution du rapport $\frac{\text{ins} \times 100}{\text{sol}}$

Ex. : dans un mélange à 50 %, le rapport qui est de 23,9 dans la matière grasse du lait de brebis, passe à 16,8 dans le mélange.

La falsification du lait de chèvre par le lait de vache se traduit par :

1° Une décoloration du mélange par le réactif de Schardinger. A partir de 15 ‰, il y a décoloration.

2° Une augmentation de l'indice de Planchon;

3° Une diminution du rapport $\frac{\text{ins} \times 100}{\text{sol}}$

Ex. : Dans un mélange à 50 %, le rapport, qui était de 47,8 dans la matière grasse du lait de chèvre passe à 18,5;

4° Une diminution de l'Indice caprylique.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DES FROMAGES

CHAPITRE PREMIER

JURIDICTION

La dénomination « fromage » est réservée au produit obtenu par la coagulation par empressement du lait, de la crème ou du lait écrémé.

L'article 8 de la loi du 6 mai 1919 sur les appellations d'origine punit « quiconque aura soit apposé, soit fait apparaître par addition, retranchement ou par une altération quelconque sur des produits naturels ou falsifiés, mis en vente, des appellations d'origine qu'il savait inexactes ».

Cette disposition se confirme par l'application de l'article 2 du titre I du décret du 20 octobre 1936 qui « interdit de détenir en vue de la vente, de mettre en vente ou de vendre : des fromages préparés avec du lait autre que le lait de vache sans que leur dénomination de vente soit suivie de l'indication de l'espèce animale dont provient le lait employé. Exception est faite pour les fromages qu'il est d'usage constant de fabriquer avec du lait autre que le lait de vache ».

L'article 11 du même décret dit : La dénomination « fromage de chèvre » est réservée aux fromages de forme et de poids variables préparés exclusivement avec du lait de chèvre.

Lorsque le lait employé est un mélange de lait de chèvre et de lait de vache contenant au minimum

25 % de lait de chèvre, la dénomination qui doit être employée pour définir ce fromage est « fromage mi-chèvre » ; de plus, cette dénomination ne pourra être accompagnée d'aucun signe laissant croire qu'il a été fabriqué avec du lait de chèvre pur et le fromage sera revêtu d'une bande de couleur jaune d'au moins 15 millimètres de largeur, sur laquelle sera indiquée en caractères très apparents, la proportion du lait de vache mis en œuvre dans la fabrication.

Lorsque la proportion du lait de chèvre mis en œuvre sera inférieure à 25.%, la dénomination du fromage ne pourra contenir le mot « Chèvre » ni être accompagnée d'un signe laissant croire qu'il a été fabriqué avec du lait de chèvre.

L'article 1^{er} de la loi du 26 juillet 1925,... « interdit de fabriquer, exposer, transporter, mettre en vente ou vendre, détenir, importer, exporter, sous le nom de « Roquefort » avec ou sans addition nominale ou qualificative un fromage autre que celui qui aura été préparé et fabriqué *exclusivement* avec du lait de brebis ».

Une longue suite de décisions de justice ont invariablement confirmé ces appellations d'origine.

CHAPITRE II

COMPOSITION CHIMIQUE DES FROMAGES

Les fromages sont composés :

- d'eau;
- de chlorure de sodium;
- de matières azotées;
- de matière grasse.

Eau

La proportion d'eau contenue dans les fromages est très variable : 50 % pour les fromages affinés, 30 à 40 % dans les fromages à pâte ferme.

Chlorure de sodium

Le caséum ne contient que très peu de chlorures. On effectue le dosage du NaCl, ajouté pour la conservation du fromage, dans les cendres. Je n'ai pas effectué ce dosage car il n'offre aucun intérêt dans le sujet que je traite.

Dosage de la caséine

La caséine subit pendant la maturation des modifications si profondes que l'on ne la détermine pas directement. On dose l'azote total par la méthode Kjeldahl et on l'exprime en caséine en multipliant le chiffre trouvé par 6,25. Je n'ai pas effectué ce dosage qui n'aurait rien donné d'intéressant dans les mélanges de fromages.

Extraction de la matière grasse

C'est sur la matière grasse des fromages que portera la recherche de la fraude.

Pour l'extraction de ces beurres, j'ai employé le procédé Soxhlet par épuisement à l'éther; il m'a donné des résultats plus rapides que le procédé à l'acide Chlorhydrique.

Le fromage est découpé en lamelles fines s'il est dur ou s'il est trop mou mélangé à du sable. Il est enveloppé d'un papier filtre puis introduit dans le Soxhlet. Après plusieurs épuisements à l'éther sulfurique, la solution éthérée est évaporée à l'air libre, puis mise à l'étuve à 50°. On décante et on filtre.

CHAPITRE III

ÉTUDE DE LA MATIÈRE GRASSE EXTRAITE DES DIFFÉRENTS FROMAGES

Fromages de vache

Les échantillons de fromages de vache analysés ont été pris dans le commerce. Voici les résultats obtenus :

Composition des matières grasses extraites des fromages de vache

ÉLÉMENTS	Camem- bert	Cantal	Camem- bert	Camem- bert
Indice de Crismer	42 6	46	41 4	45 1
Indice de Kottstorfer	230	225	228	227
Indice de Planchon	21 6	23 8	21 6	22 9
Acides Volatils { solubles....	27 2	30	27 1	26 4
(en Lettmann-Béam) { insolubles...	3 1	2 7	2 8	3
Rapport ins. $\times$ 100	11 7	9	10 4	11 7
sol,				

Fromages de brebis

J'ai analysé: 1 fromage de Roquefort acheté dans le commerce et 5 fromages de brebis corse authentiques dont 1 fromage appelé « Bruccio »; son mode de préparation est le suivant :

Faire un premier fromage de brebis avec de la présure; recueillir le petit lait, ajouter du sel, le mettre au feu jusqu'à 50°.

Ajouter du lait pur, remuer, ajouter de l'eau froide, remuer jusqu'à prise, éloigner du feu; au moment où le « bruccio » se crevasse, l'égoutter. Le fromage est salé au bout de quelques jours.

Les tableaux suivants consignent les résultats obtenus.

Composition des matières grasses extraites des fromages de brebis

ÉLÉMENTS	Fromage corse	Fromage corse	Fromage corse
Indice de Crismer.....	51	49	51
Indice de Kottstorfer.....	229	230	227
Indice de Planchon.....	13 4	12 5	13
Acides Volatils } solubles.....	30	29 6	29 9
(en Lefmann-Béam) } insolubles.....	5 8	6 6	7 1
Rapport ins. $\times$ 100... ..	19 3	22 3	23 7
sol.			

Composition des matières grasses extraites des fromages de brebis (*suite*)

ÉLÉMENTS	Roque- fort	Bruccio	Fromage corse
Indice de Crismer.....	47	51	51
Indice de Kottstorfer.....	227	228	229
Indice de Planchon.....	14 7	10 6	12 8
Acides Volatils } solubles.....	31 1	30 2	29 6
(en Lefmann-Béam) } insolubles.....	8 3	8	6 3
Rapport ins. $\times$ 100... ..	26 6	26 4	21 2
sol.			

Fromages de chèvre

Les analyses ont porté sur :

- 4 fromages corses;
- 1 fromage cévenol, dit « Pélardon »;
- 1 fromage de chèvre alpine.

Les tableaux suivants indiquent les résultats trouvés.

Composition des matières grasses extraites des fromages de chèvre

ÉLÉMENTS	Fromage corse	Fromage corse	Fromage chèvre alpine
Indice de Crismer	39 5	39 8	41
Indice de Kottstorfer	231 1	230 3	235
Indice de Planchon	13 9	14 6	17 4
Acides Volatils } solubles	20 2	21	19 7
(en Lefmann-Béam) } insolubles	6 2	7 4	7
Rapport ins. $\times 100$	30 7	35 2	35 5
sol.			

Composition des matières grasses extraites des fromages de chèvre (suite)

ÉLÉMENTS	Pélarдон	Fromage corse	Fromage corse
Indice de Crismer	44 1	40 1	40 2
Indice de Kottstorfer	235 1	232 6	230 8
Indice de Planchon	15 8	15	13 9
Acides Volatils } solubles	19 6	19 4	20 8
(en Lefmann-Béam) } insolubles	9	7	6 9
Rapport ins. $\times 100$	45 9	36	33 1
sol.			

Composition moyenne des matières grasses extraites des fromages

ÉLÉMENTS	Vache	Brebis	Chèvre
Indice de Crismer	43 7	50	40 7
Indice de Kottstorfer	227 5	228	232 4
Indice de Planchon	22 4	12 8	15 1
Acides Volatils } solubles	27 4	30	20 1
(en Lefmann-Béam) } insolubles	2 9	7	7 2
Rapport ins. $\times 100$	10 7	23 2	36
sol.			

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

COMPARAISON DE LA MATIÈRE GRASSE D'UN FROMAGE DE VACHE AVEC CELLE D'UN FROMAGE DE BREBIS

En rapprochant les différents indices, on s'aperçoit qu'il y en a deux seulement qui présentent des écarts notables. Ce sont ceux concernant l'indice de Planchon qui est plus bas dans un lait de brebis et les acides volatils insolubles qui sont plus élevés. L'indice de Crismer est plus haut dans le fromage de brebis.

Il en est de même pour les acides volatils solubles.

L'indice de saponification est sensiblement le même dans les deux fromages.

Enfin, comme je l'ai constaté dans la matière grasse des laits, le rapport $\frac{\text{ac. vol. ins.} \times 100}{\text{sol.}}$

augmente dans une forte proportion.

En effet, la moyenne que j'ai trouvée dans les fromages de vache n'est que de 10,7 alors que celle des fromages de brebis est de 23,2.

ESSAIS D'APPLICATION A LA RECHERCHE DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE VACHE DANS LES FROMAGES DE BREBIS

Pour les essais, j'ai fabriqué au Laboratoire:

1 fromage de brebis pur;

1 fromage à 75 % de lait de brebis et 25 % de lait de vache;

1 fromage à 50 % de lait de brebis et 50 % de lait de vache.

Le lait de la vache avait la composition suivante:

Matière grasse	44 gr. 3 p. 1.000
Indice de Crismer	54
Indice de Köttstorfer	228,3
Indice de Planchon	23,7

Acides volatils	}	solubles . 28,4
(en Leffmann Beam)		insolubles 2,3

Le lait de la brebis andorrane était composé de:

Matière grasse	67 gr. 83 p. 1.000
Indice de Crismer	51
Indice de Köttstorfer	230
Indice de Planchon	12,3

Acides volatils	}	solubles . 28,9
(en Leffmann Beam)		insolubles 6,9

Ces fromages ont été analysés 1 mois et demi après leur fabrication.

Le tableau qui suit donne les résultats trouvés à partir des matières grasses obtenues par le procédé Soxhlet.

Fromages de brebis falsifiés avec du lait de vache

ÉLÉMENTS	Vache pur	Brebis pur	25 %/ Vache 75 %/ Brebis	50 %/ Vache 50 %/ Brebis
Indice de Crismer	54	51	51 5	52 3
Indice de Kottstorfer	228	230	229 6	229
Indice de Planchon	23 5	12 1	14	16 6
Acides Volatils } solubles....	28 1	28 8	28 6	28 4
(en Leffmann-Béam) } insolubles...	2 2	6 8	6	4 8
Rapport ins. $\times$ 100	7 8	23 9	20 9	16 9
sol.				

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Comme j'ai eu l'occasion de le constater dans les mélanges des matières grasses des laits de vache et de brebis, le résultat des diverses manipulations illicites se traduit également ici par :

une augmentation de l'indice de Planchon dont la valeur est en fonction de la quantité de lait de vache;

une diminution du rapport $\frac{\text{ins} \times 100}{\text{sol.}}$ Ce rapport, qui est de 23,9 dans un fromage de brebis pur, devient 16,9 dans un mélange à 50 % de lait de vache.

COMPARAISON DE LA MATIÈRE GRASSE D'UN FROMAGE DE VACHE AVEC UN FROMAGE DE CHÈVRE

L'indice de Crismer est plus bas dans le beurre de chèvre : 40,7 pour 43,7.

L'indice de saponification est plus élevé : il est de 232,4 pour 227,5.

L'indice de Planchon est notablement plus bas : 15,1 pour 22,4.

Les acides volatils solubles et insolubles présentent de grandes différences particulièrement ces derniers qui sont de 7,2 dans les fromages de chèvre et de 2,9 seulement dans les fromages de vache.

Le rapport $\frac{\text{acides vol. ins.} \times 100}{\text{sol.}}$ fait ressortir avec le plus d'évidence ces dernières variations; je constate, en effet, qu'il est en moyenne dans le rapport de 3,6 à 1.

ESSAIS D'APPLICATION A LA RECHERCHE DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE VACHE DANS LES FROMAGES DE CHÈVRE

Pour mes essais, j'ai fabriqué au Laboratoire :

1 fromage de chèvre pur.

1 fromage à 75 % de lait de chèvre et à 25 % de lait de vache.

1 fromage à 50 % de lait de chèvre et à 50 % de lait de vache.

Le lait de vache avait la composition suivante:

Matière grasse	38 gr.7 p. 1.000
----------------	------------------

Indice de Crismer	55
-------------------	----

Indice de Köttstorfer	226,5
-----------------------	-------

Indice de Planchon	23,9
--------------------	------

Acides volatils	{	solubles	27,8
(en Leffmann-Beam)	{	insolubles ...	2,2

Composition du lait de chèvre mis en œuvre:

Matière grasse	37 gr. 8 p. 1.000
----------------	-------------------

Indice de Crismer	42,3
-------------------	------

Indice de Köttsforter	235,3
-----------------------	-------

Indice de Planchon	18,3
--------------------	------

Acides volatils	{	solubles	19,4
(en Leffmann-Béam)	{	insolubles ...	6,8

J'ai fait l'examen de ces fromages deux mois environ après leur fabrication.

Voici les résultats trouvés :

Fromages de chèvre falsifiés avec du lait de vache

ÉLÉMENTS	Vache pur	Chèvre pur	25 % Vache 75 % Chèvre	50 % Vache 50 % Chèvre
Indice de Crismer	55	42 2	45 2	48 5
Indice de Kottstorfer	226	235	232	230
Indice de Planchon	23 7	18 2	19 5	21
Acides Volatils } solubles....	27 7	19 4	21 4	23 5
(en Lellmann-Beam) } insolubles...	2 1	6 6	5 4	4 3
Rapport $\frac{\text{ins.} \times 100}{\text{sol.}}$	7 5	34	25 2	17 8

Les résultats de ces derniers essais **montrent** à nouveau que dans un fromage de chèvre, l'addition du lait de vache se traduit par :

une augmentation de l'indice de Planchon,

une diminution du rapport $\frac{\text{ins.} \times 100}{\text{sol.}}$

Il est à remarquer que le degré de maturation ne modifie que très faiblement les indices de la matière grasse du fromage.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Je pense avoir montré dans ce travail quel est l'intérêt des essais qui y sont relatés. Etant données les différences plus ou moins appréciables que présentent souvent les matières grasses d'un même animal, il y a peu de chances que l'on puisse imaginer des méthodes plus précises dans le domaine de la chimie.

Je suis persuadée cependant, que les méthodes biologiques seules vaincront un jour ou l'autre ces difficultés et qu'elles procureront au biologiste un critérium lui permettant de déceler le mélange même très faible. C'est dans cette voie que je me propose de continuer les recherches.

En attendant, il est à souhaiter que le chimiste ne fasse jamais une telle expertise sans examiner parallèlement un échantillon de comparaison car, en l'état actuel des choses, vouloir conclure en s'appuyant uniquement sur des rapports et des constantes risque de mener à l'erreur.

BIBLIOGRAPHIE

1. — **Massot et Lestrat.** — Le dosage des chlorures dans les laits. (Bulletin Scienc. pharmacologiques, 37^e Année, 1935, n° 10).

(Annales des falsifications et des fraudes, 1935, n° 324, page 608).

2. — **Douris.** — Dosage des chlorures dans le sang par le procédé **Laudat.** (Guide pratique pour l'analyse du sang, page 282).

3. — **Mathieu et Ferre.** — La constante de concentration moléculaire simplifiée (Annales des falsifications, 1914, page 12).

4. — **Desmoulières.** — Etude sur le dosage de l'acide citrique dans le lait. (Bull. Sc. pharm. 1910, p. 588).

5. — **Schardinger.** — Zeitsch. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussmittel b. 5, 1902, p. 1113; b. 6, 1903, p. 865.

Chem. Zeitg. b. 28, 1904, p. 704.

6. — **Steinegger.** — Molke-Zeit. 13, p. 398.

7. — **Gabalthuner.** — Zeits für fleisches u Milchhygiène, volume XXV.

8. — **Walter Austen.** — Milch untschafliches Zentralblatt 1921.

9. — **Bordet.** — Le mécanisme de l'agglutination (Annales de l'Institut Pasteur, 1899).

10. — **Fish.** — Studies on lactosérum and other cell-sera. Courier of Méd. Saint-Louis, 1900.

11. — **André Kling.** — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire Municipal de Paris et documents sur les matières relatives à l'alimentation. (Tome 1. 1921. — Tome 2, 1922).

12. — **Casares Lopez.** — Annales de la Société espagnole de physique et de chimie. Vol. XXXII, p. 872.

Journal Pharm. et Chim. du 16 février 1936.

13. — **Külmann u Grossfeld.** — Zeitschrift. Unters. d. Lebensmittel 50, 1925; 51, 1926.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION	7
PREMIÈRE PARTIE	
(Etude des Laits)	
CHAPITRE I	
Juridiction	9
CHAPITRE II	
Etude des éléments constitutifs des laits de vache, de brebis et de chèvre.....	11
Caractères généraux des laits.....	11
Techniques analytiques	12
Interprétation des résultats.....	13
Comparaison du lait de vache avec le lait de brebis	13
Essais d'application à la recherche du lait de vache dans le lait de brebis.....	19
Comparaison du lait de vache avec le lait de chèvre	23
CHAPITRE III	
Constante moléculaire simplifiée.....	24
L'acide citrique	26
Les diastases	28
Différence de solubilité des caséines des laits de chèvre et de vache dans l'ammoniaque.....	29
La recherche des mélanges par les méthodes biologiques	30

CHAPITRE IV

Etude de la matière grasse.....	32
Composition des beurres	32
Techniques analytiques	34
Interprétation des résultats	47
Essais d'application à la recherche du lait de vache dans le lait de brebis.....	49
Essais d'application à la recherche du lait de vache dans le lait de chèvre.....	53

CHAPITRE V

L'indice caprylique	57
Interprétation des résultats	60
Conclusions concernant les laits.....	61

DEUXIÈME PARTIE

(Etude des Fromages)

CHAPITRE I

Juridiction	63
-------------------	----

CHAPITRE II

Composition chimique des fromages.....	65
Extraction de la matière grasse.....	66

CHAPITRE III

Etude de la matière grasse extraite des dif- férents fromages	67
Fromages de vache	67
Fromages de brebis	67
Fromages de chèvre	68
Interprétation des résultats	70

	PAGES
Comparaison de la matière grasse d'un fromage de vache avec celle d'un fromage de brebis...	70
Essais d'application à la recherche de la matière grasse du lait de vache dans les fromages de brebis	70
Comparaison de la matière grasse d'un fromage de vache avec celle d'un fromage de chèvre...	72
Essais d'application à la recherche de la matière grasse du lait de vache dans les fromages de chèvre	73
Conclusions générales	75
Bibliographie	76

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Vu et approuvé :

Caen, le 29 Mars 1939

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

BLANC.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Caen,

DAURE

